

# 平成29年度補正 廃炉・汚染水対策事業費補助金

「原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発」

## 平成30年度実施分成果

令和元年7月

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

# 目 次

1. 研究の背景・目的
2. 目標
3. 実施項目とその関連、他研究との関連
4. 実施スケジュール
5. 実施体制図
6. 実施内容
7. 成果のまとめと今後の実施内容

専門用語/略語	説明
燃料デブリ	高温となった燃料が、制御棒や原子炉圧力容器内及び原子炉格納容器内の構造物等とともに溶け、冷えて再び固まった物質
1F	福島第一原子力発電所
RPV	Reactor Pressure Vessel：原子炉圧力容器
PCV	Primary Containment Vessel：原子炉格納容器
D/W	Dry Well：原子炉格納容器のうち、原子炉圧力容器等を格納するフラスコ型容器
S/C	Suppression Chamber：圧力抑制室。原子炉建屋の地下階にあるドーナツ型容器
R/B	Reactor Building：原子炉建屋
ペネ	Penetration：原子炉格納容器に設けられている様々な貫通部（孔）のこと（例：第6ペネトレーションは「X-6」）
トーラス室	原子炉建屋の地下階に、トーラス形状（ドーナツ状）の圧力抑制室（S/C）が配置されている部屋のこと
JAEA楯葉	日本原子力研究開発機構 楯葉遠隔技術開発センターのこと 福島第一原子力発電所の廃止措置に必要な技術開発のために設置した実証施設
液相・気相システム バウンダリ	汚染水・汚染空気が外部に漏れださないように閉じ込めるためのシステム境界のこと。ここでは汚染水・汚染空気を閉じ込める範囲のこと
モックアップ試験	適用対象を再現した実物大の試験体を用いて行う試験のこと
MT/PT/UT/RT/VT	非破壊検査の手法。左から磁粉探傷/浸透探傷/超音波/放射線探傷/目視検査
延長配管	R/B1階床からD/W・S/C内部にアクセスする為の配管。ガイドパイプ

略 称	事 業 名
工法・システム高度化PJ	燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高度化
基盤技術高度化PJ	燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化
PCV補修技術PJ	原子炉格納容器漏えい箇所補修技術の開発
PCV内部詳細調査PJ	原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発
PCV内部調査PJ	原子炉格納容器内部調査技術の開発
PRV内部調査PJ	原子炉圧力容器内部調査技術の開発
炉内状況把握PJ	総合的な炉内状況把握の高度化
臨界管理PJ	燃料デブリ臨界管理技術の開発
水循環PJ	原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発
水循環実規模PJ	原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発（実規模試験）

## 事業の背景・目的

1 Fの廃止措置に向け、燃料デブリ取り出しを行うにあたり、その作業によるリスクを低減し、安全を確保するための環境整備が重要である。環境整備のための液相システム、気相システムの開発は「工法・システム高度化PJ」で開発が進められている。

本事業は、「工法・システム高度化PJ」で開発が進められる水循環システムにおける取水のため、現場に適用できるPCV内へのアクセス・接続技術の開発を行うことを目的とする。

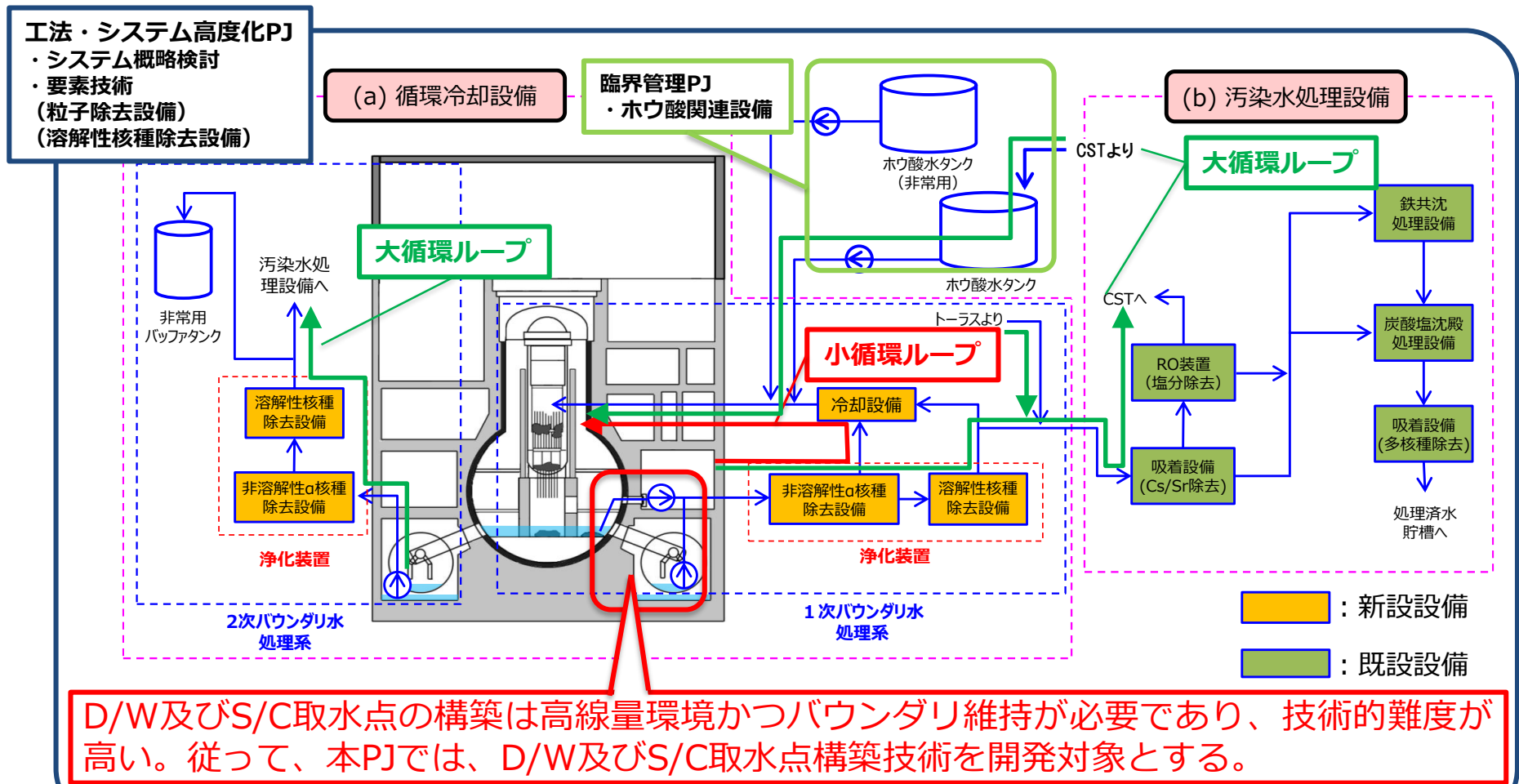
## 事業の概要

燃料デブリ取り出しを行うにあたり、安全を確保するための環境整備の一環として、PCV内の水を安全に管理することが重要である。安全な水管理システム実現に向け、汚染水の循環ラインのエリア縮小のために、原子炉注水ライン(PCV循環冷却)の小循環ループ化が必要である。小循環ループを実現するために、PCV内から直接取水するための取水部構造を設ける事が必要であるが、取水部構造には、気相・液相の閉じ込め機能や長期的な健全性が求められ、また、設置や運用は高線量環境下の現場で遠隔装置を使い行うことになる。設計、施工、メンテナンスにおいて難度の高い技術が必要であり、本事業でその開発を行う。

関連する事業「工法・システム高度化PJ」と十分に連携を図りながら、水循環システムのための現場実現性の高いPCV内アクセス・接続技術の開発を行い、必要なものについて実規模での検証を行う。

水循環システムのうち、D/W取水部構築技術については、要素技術の開発・検証まで、S/C取水部構築技術については、要素技術の開発・検証、実規模スケールでの検証まで実施する。

なお、本報告は、水循環PJのうち、平成30年度～31年度の2か年事業の平成30年度の成果を示す。



備考：PCV循環冷却(小循環ループ)、アクセス・取水部構築の必要性を参考資料1に示す。

図. 燃料デブリ取り出し時の水循環システム (概念図)

# ● 取水部構築技術 開発のポイント (1/3)

「工法・システム高度化PJ」からの要求に対応するため、水循環システム構築の中で技術的難度の高い、PCV内に取水のためのアクセス・取水部構築のための技術開発を行う。

工法・システム高度化PJ

水循環PJ、水循環実規模PJ

水循環システムの構築

循環の起点となるPCV取水口の構築が必要

PCVへのアクセス・接続技術の開発

## 【要求機能】

放射性物質の漏えい・拡散防止

作業員の被ばく低減

燃料デブリ取り出し期間の長期機能維持

システム機器のメンテナンス

外部事象（地震）に対する機能維持

D/W、S/C低水位からの取水

## 【開発のポイント】

高線量のPCV近傍での施工

耐震強度・シール性を有する接続構造

遠隔での施工

施工中のバウンダリ維持

システム機器メンテナンス中のバウンダリ維持

接続部のメンテナンス

D/W、S/C低水位へのアクセス

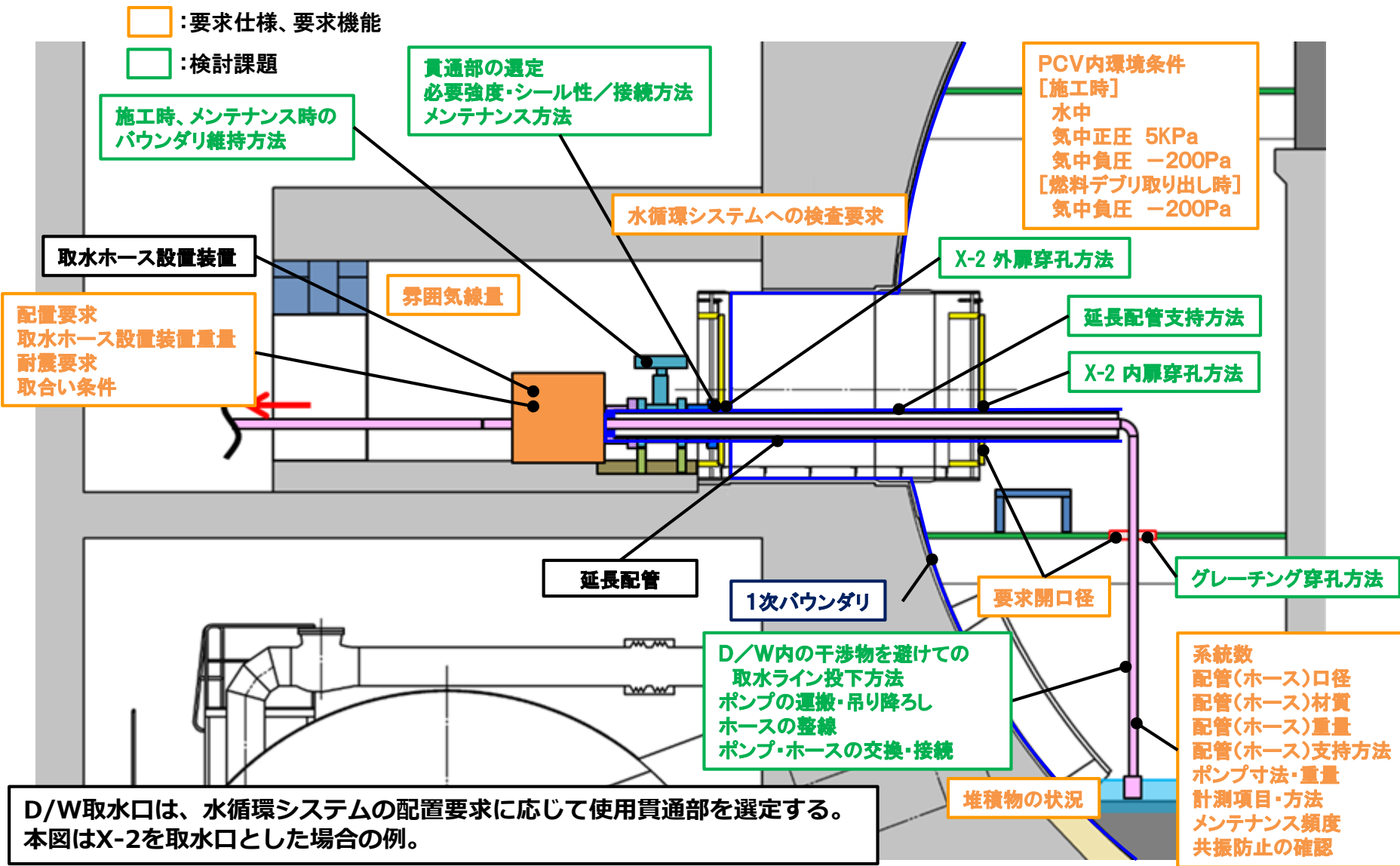
本PJでは、水循環のアクセス・取水部に求められる「要求仕様、要求機能」を整理し、それを踏まえて、「技術課題」を解決、実現するための開発を進める。次葉以降に図示説明する。

# ● 取水部構築技術 開発のポイント (2/3)

## ① D/W内水循環システム構築技術の開発の要求仕様・要求機能

□ : 要求仕様、要求機能

□ : 検討課題

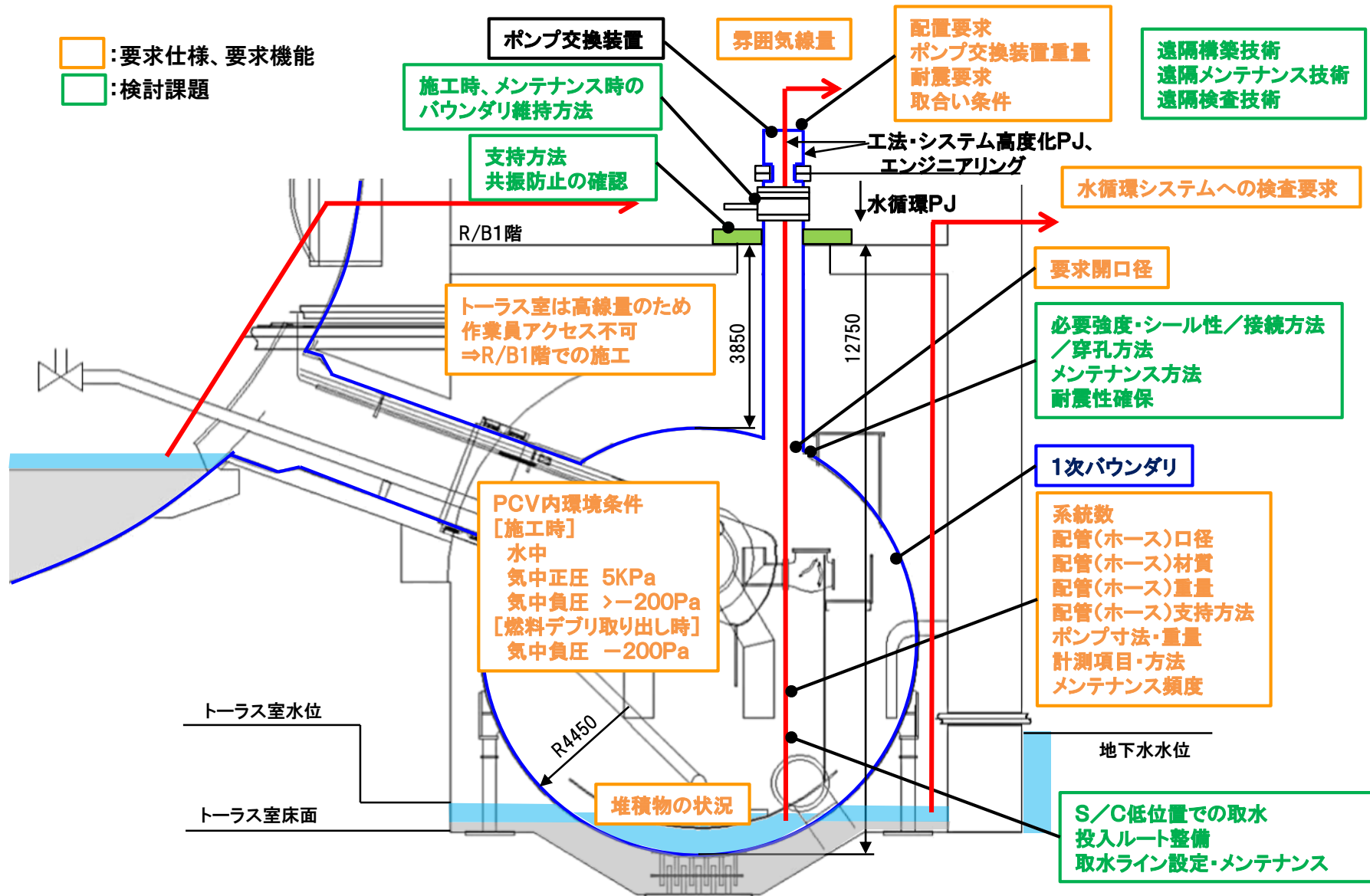


D/W取水口は、水循環システムの配置要求に応じて使用貫通部を選定する。  
本図はX-2を取水口とした場合の例。



# ● 取水部構築技術 開発のポイント (3/3)

## ② S/C内水循環システム構築技術の開発の要求仕様・要求機能



➤ 目標に照らした達成度（1/2）

下表の技術熟成度（以下「TRL」）の定義に基づき、実規模試験での達成時の想定レベルを設定し、研究開発を実施する。

レベル	本事業に対応した定義	フェーズ
7	実用化が達成している段階	実運用
6	現場での実証を行う段階	フィールド実証
5	実機ベースのプロト機を製作し、工場等で模擬環境下での実証を行う段階	模擬実証
4	開発、エンジニアリングのプロセスとして、試作レベルの機能試験を実施する段階	実用化研究
3	従来経験に応用、組合せによる開発、エンジニアリングを進めている段階。または、従来経験のほとんど無い領域で基礎データに基づき開発、エンジニアリングを進めている段階	応用研究
2	従来経験として適用できるものがほとんど無い領域の開発、エンジニアリングを実施し、要求仕様を設定する作業をしている段階	応用研究
1	開発、エンジニアリングの対象について、基本的内容を明確化している段階	基礎研究

## 2. 目標

### ➤ 目標に照らした達成度 (2/2)

#### ● 原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発

項目	目標を判断する指標
D/W内アクセス・接続技術	<p>接続部の遠隔施工技術について、工場での要素試験が完了しており、要素試験の合格基準を満足していること。または、解決すべき課題と解決方針が明確であること。</p> <p style="text-align: right;">(終了時目標TRL: 4)</p>
S/C内アクセス・接続技術	<p>施工時、供用中の遠隔によるアクセスルート検査技術について、工場での要素試験が完了しているおり、要素試験の合格基準を満足してこと。または、解決すべき課題と解決方針が明確であること。</p> <p style="text-align: right;">(終了時目標TRL: 4)</p> <p>施工時、供用中における接続部の遠隔補修技術について、工場での要素試験が完了しており、要素試験の合格基準を満足していること。または、解決すべき課題と解決方針が明確であること。</p> <p style="text-align: right;">(終了時目標TRL: 4)</p>

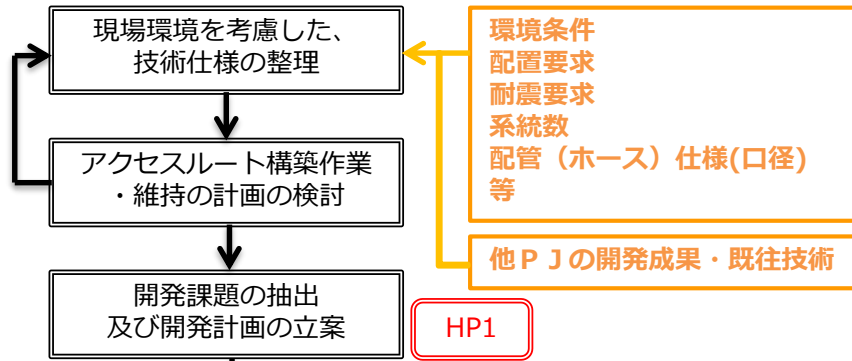
# 3. 実施項目とその関連、他研究との関連

## 3.1 PJ全体の検討とホールドポイント（HP）

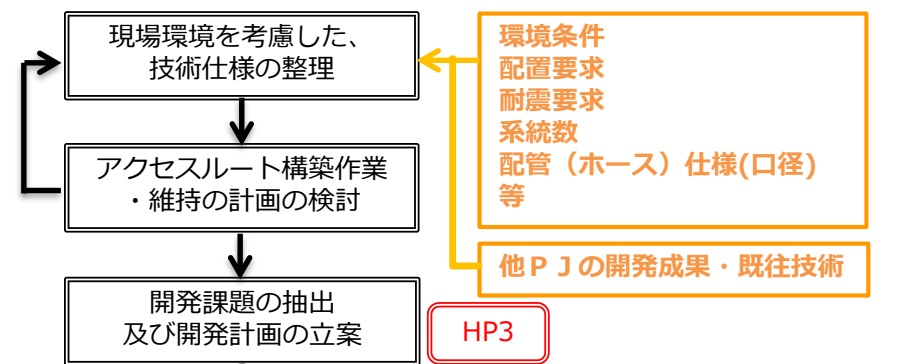
水循環PJ

### (1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討、及び開発計画の立案

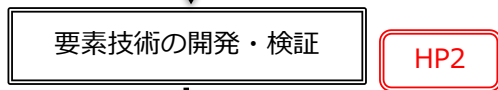
#### ①D/W内水循環システム・技術の検討



#### ②S/Cを用いた水循環システム・技術の検討

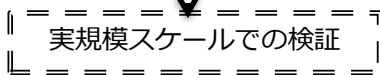


### (2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証

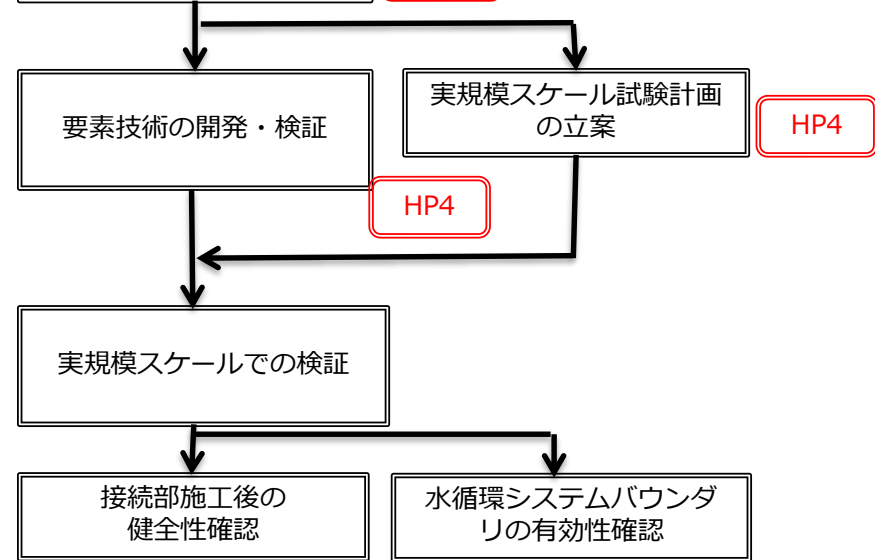


水循環実規模PJ

### (1) PCV内アクセス・接続技術等の実規模スケールでの検証

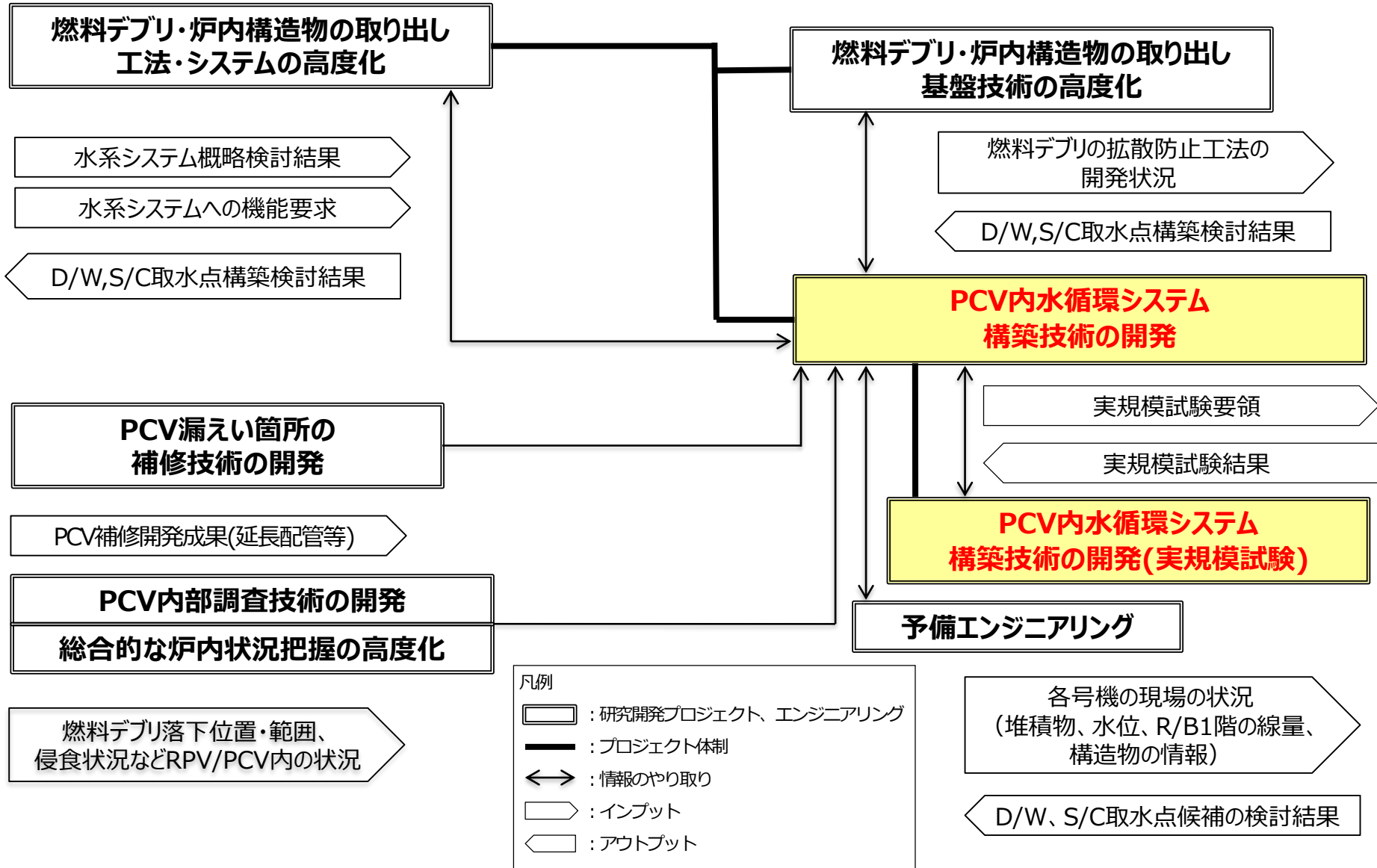


- 【HP1】・要求仕様・機能の妥当性  
・開発の要否  
・開発計画の妥当性
- 【HP2】・要求仕様・機能に対する要素試験での達成度
- 【HP3】・要求仕様・機能の妥当性  
・開発の要否  
・開発計画の妥当性
- 【HP4】・要求仕様・機能に対する要素試験での達成度  
・実規模スケール試験計画の妥当性



# 3. 実施項目とその関連、他研究との関連

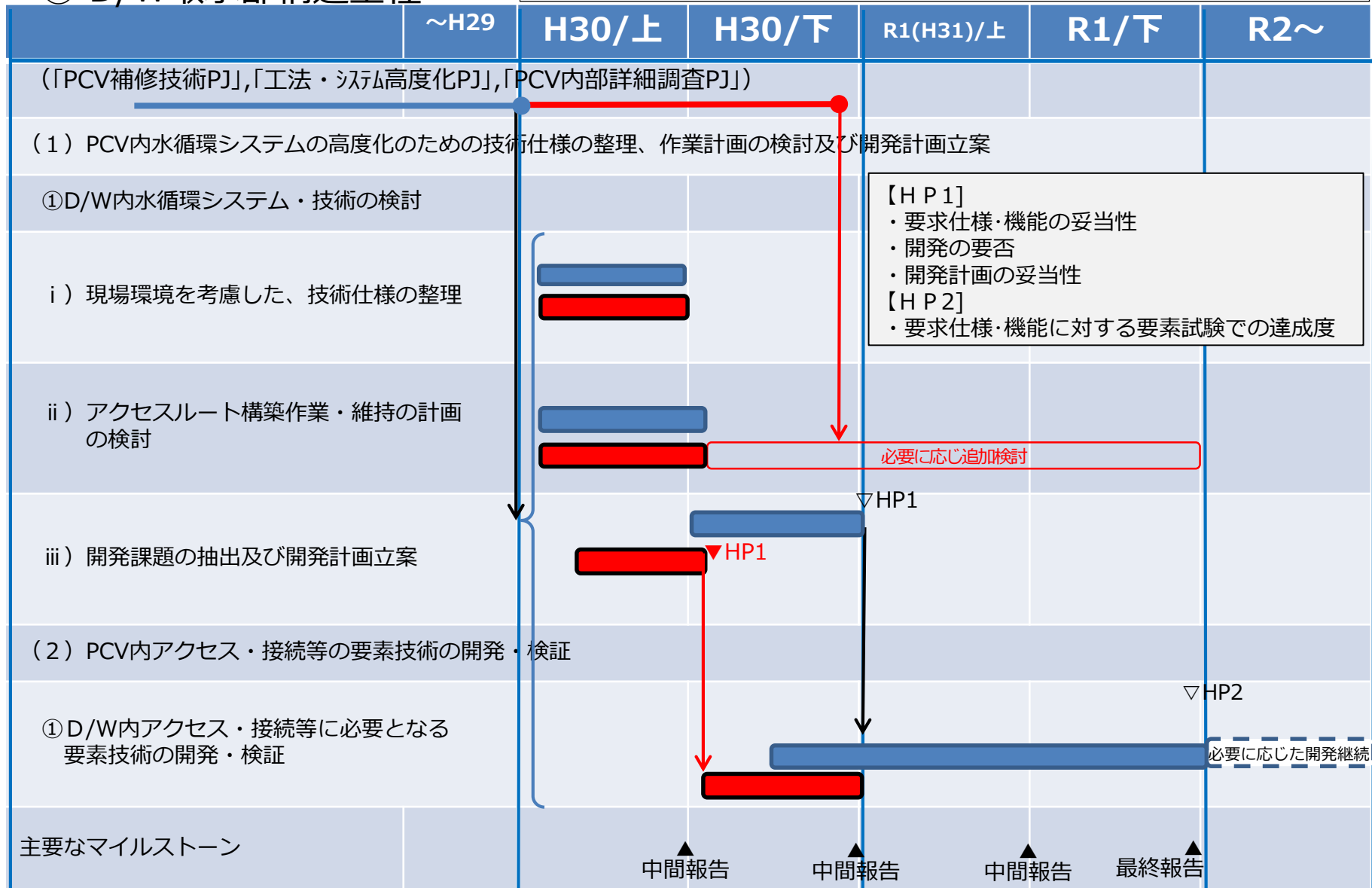
## 3.2 他研究との関連



# 4. 実施スケジュール (水循環PJ)

## ① D/W取水部構造工程

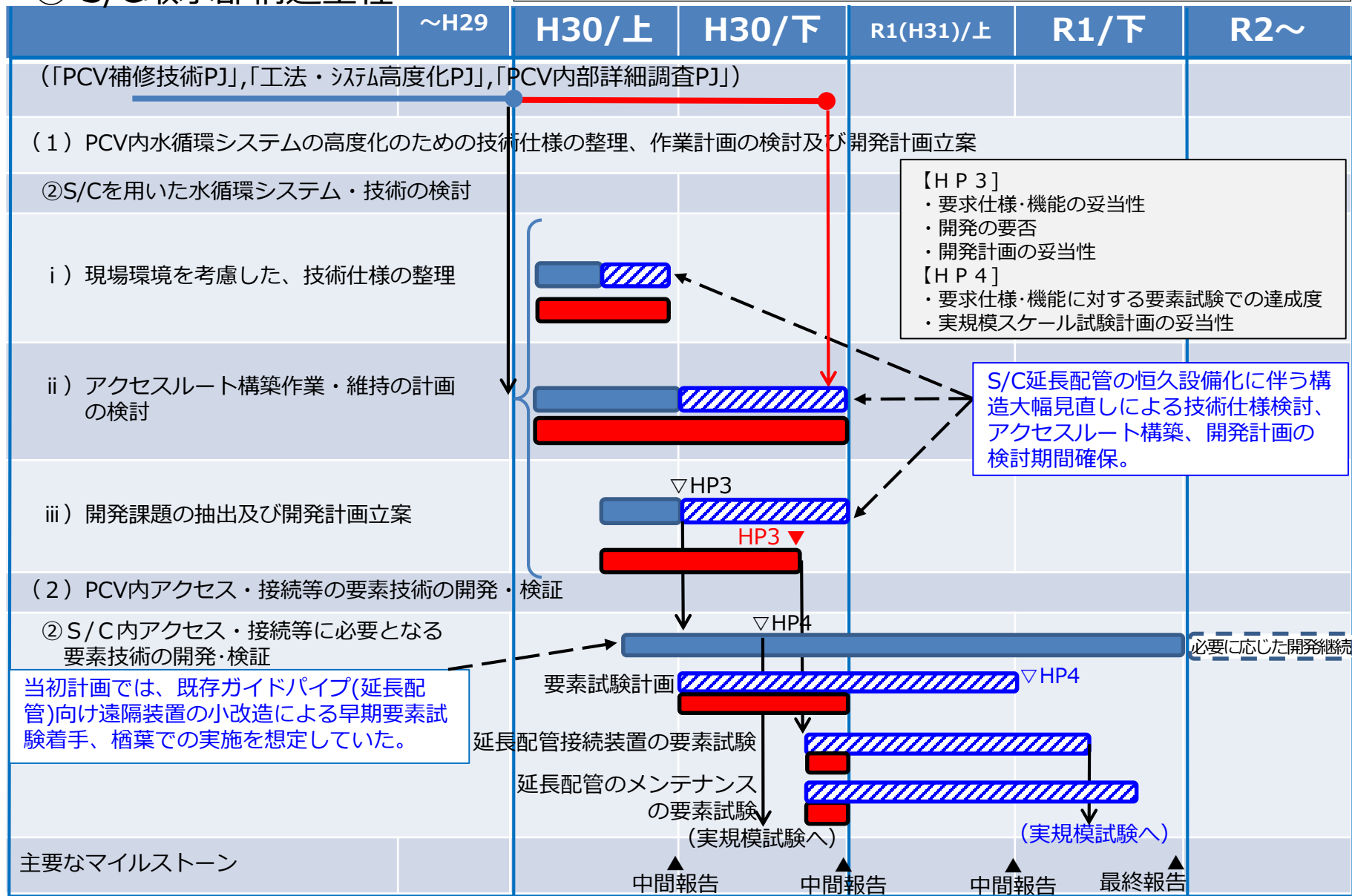
     : 計画(当初)、
      : 計画(見直し後)、
      : 実績(H31/3末時点)



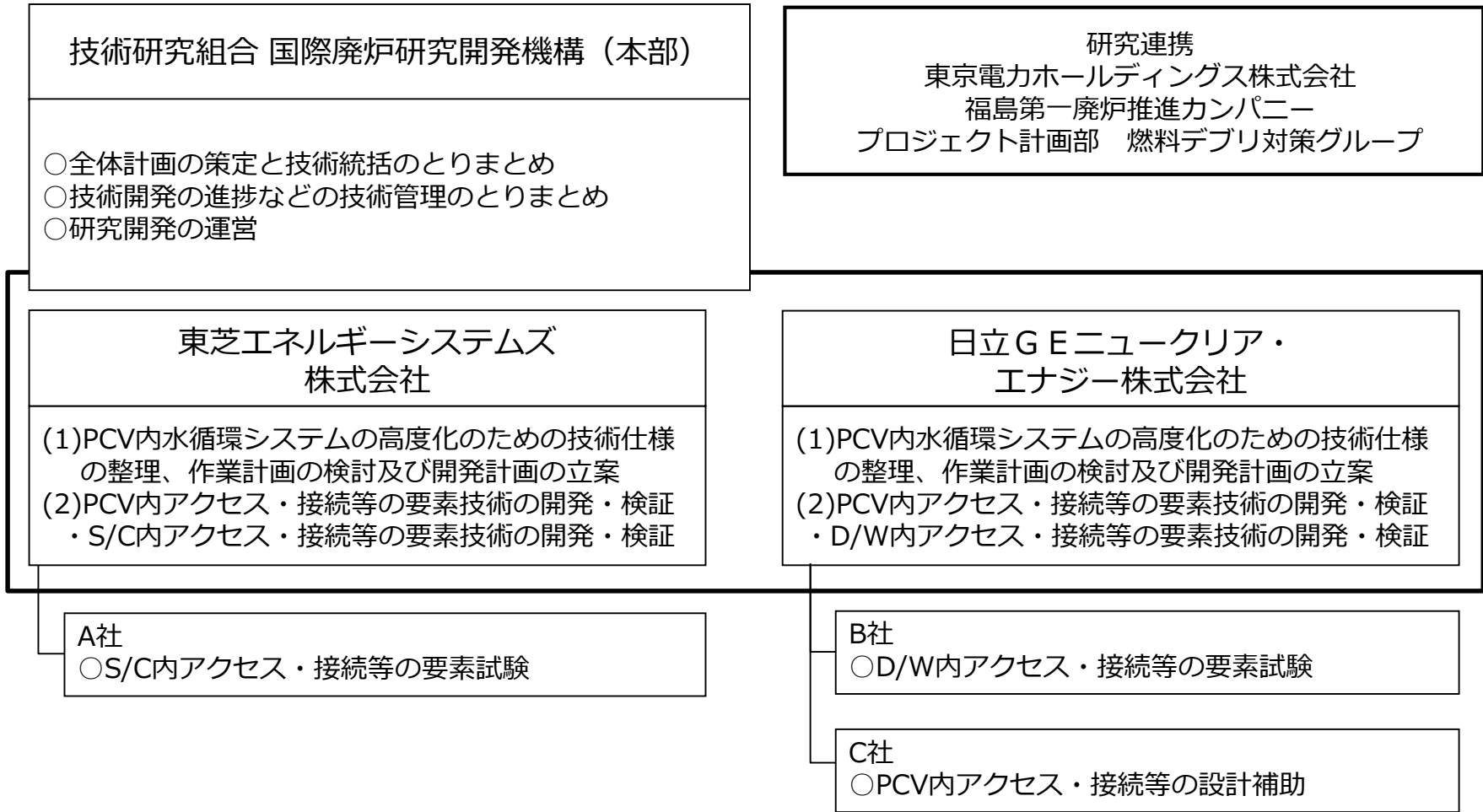
# 4. 実施スケジュール (水循環PJ)

## ② S/C取水部構造工程

■ : 計画(当初)、▨ : 計画(見直し後)、■ : 実績(H31/3末時点)



# 5. 実施体制図 (水循環PJ)





(1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案

① D/W内水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

(2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証

①D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

②S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

## (1)①i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

- D/W内水循環システムおよびS/C内水循環システムの設置が想定される原子炉建屋内は、高線量であること、干渉物等により十分な施工スペースが確保できない可能性があること等から実際の現場状況を踏まえ、技術開発を進める必要がある。
- また、現場状況の整理に際しては、作業環境の空間線量率、PCV内の水位や堆積物の状況等各号機ごとに整理を行う必要がある。
- そこで、各号機ごとに以下の整理を実施した。
  - a. R/B1階の環境線量率
  - b. 炉内状況の推定結果
  - c. ペDESTアル内外の堆積物の状況
  - d. PCV内の水位状況
- 上記整理結果を踏まえ、D/W内取水およびS/C内取水のためのアクセスルート構築に係る技術仕様をそれぞれ整理した。

# (1)①i)-1 D/W取水のためのアクセスルート構築に係る技術 No.19 仕様の整理結果

- 現場状況の整理結果を踏まえ、D/W取水のためのアクセスルート構築に係る技術の仕様を下表の通り整理した。

No.	項目	技術仕様	備考
1	PCV内へのアクセスルート	既設貫通口の使用を前提とし、新規貫通口構築は行わない。 大規模取り出し用のアクセスルートや既設貫通口を利用するものとする。	
2	環境線量率	[ R/B1階 ]10mSv/h	
3	D/W内水位	1階グレーチングより下のレベルとする。	
4	D/W内堆積物	考慮する。ただし、除去作業は技術開発の範囲外とする。 <u>堆積物の除去状況に応じて、D/W内の取水点を変更可能な技術構成とする。</u>	
5	D/W内干渉物	撤去済みとする。	D/W内に遠隔装置をインストールし、干渉物を撤去した状態を想定
6	D/W内取水位置	ポンプピットとする。  【理由】 有効かつ合理的なD/W取水点は、実機状態（堆積物、干渉物、PCV外作業環境など）によって変化する。また、デブリ取り出しに向けた取り組みの中で、段階的に変更されることも想定される。これら理由により、現時点では場所を特定することはできない。 従って本事業では、アクセス開口から距離が離れており、PCV内での遠隔装置による配管敷設が必要となるため施工上の難度が最も高いと考えられるポンプピットを取水箇所として具体的な技術開発を行い、他の場所とする場合にはその技術を応用することとする。	
7	系統数（最大）	常用：2、非常用：2（可搬としても可）	
8	取水用配管（ホース）口径（最大）	[ポンプPCV内設置時] 50A [ポンプPCV外設置時] 100A	
9	ポンプ外形寸法/重量	[PCV内設置時]φ0.7m×2.4mH/重量 追而（水中ポンプ） [PCV外設置時]1.5mL×0.6mL×0.5mH、500kg/台（真空ポンプ）	施工性を考慮し必要に応じポンプサイズを見直す

# (1) ① i )-2 既設ペネのうち、D/W取水のためのアクセス口の候補の抽出と実現性の比較検討 (1/2) No.20

- (1)① ii )にて、D/W取水のための具体的なアクセスルートを検討するため、D/W取水点構築に際して有望なペネを比較評価により選定する。
- 実際に使用するペネは、段階的なアプローチにより得られるPCV内外の情報を踏まえて判断されることから、現時点での特定はできない。また、全てのペネに対して具体的なアクセスルートの検討を行うことは、期間的にも困難である。
- D/Wアクセスルート構築に関する検討の汎用性及び有効性を確保するため、以下の方針で検討対象とするペネを選定した。

## ① **アクセスルート構築技術の汎用性を確保するため、実現性が高いと考えられるペネの型式ごとに、最低1つの候補を選定する。**

(例えば、あるペネに対して技術開発を行うことで、最終的に異なるペネで工事を計画することになっても、アクセスルートの構築技術としてはエンジニアリングの範囲で応用可能。)

## ② **可能な限りシステム仕様を制限しない箇所を選定する。**

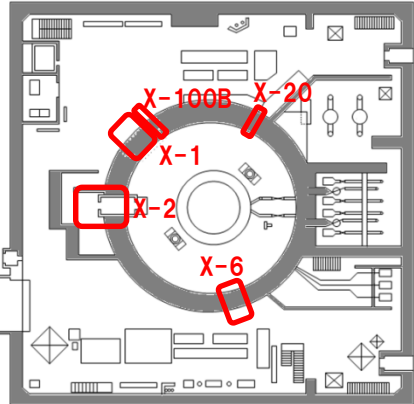
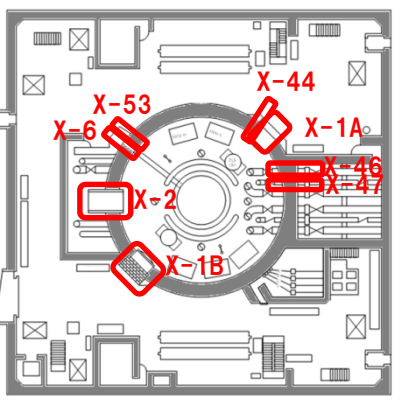
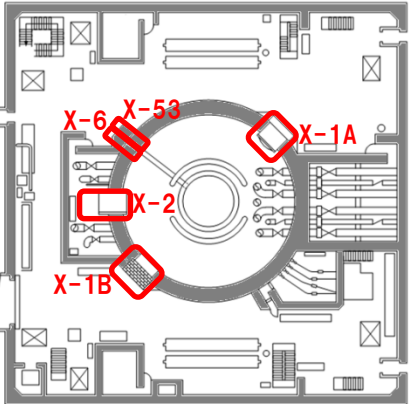
(現時点でシステムの保守性を取り除くことはできないため、「工法・システム高度化PJ」の成果に基づき適用性を比較。今後、システムが合理化された場合に適用可能となることも考えられることから、ペネの情報については現時点のシステム要求を満足しないものも含めて整理。)

## ③ **プラント運転時の設計情報、実機情報(震災後に設置された設備での利用状況、線量)、今後の利用計画(内部調査/サンプリング/燃料デブリ取り出し)を考慮する。**

(現場調査や詳細エンジニアリング[R/B内の干渉物撤去に掛かる被ばく量など]は含まない。)

# (1) ① i )-2 既設ペネのうち、D/W取水のためのアクセス口の候補の抽出と実現性の比較検討 (2/2) No.21

- 各号機R/B1階に設置されているペネのうち、PCV内が開放となっている型式を対象として、比較検討を行った。
- ペネの現場での施工性（設置高さ、内径、周囲の空間線量率）を考慮した結果、各号機において、D/W取水口としての有効性・可能性が高いペネは下表の通り。
- 各型式の中から号機間で共通して抽出されたX-1(1A/1B),X-2,X-6を代表ペネとして取り上げ、(1)① ii )にてD/W取水のためのアクセスルート具体的な検討を実施した。

ペネ型式	1F-1	1F-2	1F-3
ハッチ（遮へいプラグあり）	X-1	X-1A,1B	X-1A,1B
ハッチ（二重扉）	X-2	X-2	X-2
配管、予備	X-6	X-6	X-6
	X-20	X-44	X-53
	X-100B	X-46,47	
取水候補ペネの配置			

(1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案

① D/W内水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

(2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証

①D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

②S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

# (1) ① ii )- 1 D/W内取水のためのアクセスルート構築方法の検討 (1/2) No.23

- D/W取水用のアクセスルートとしては、既設のペネを利用するのが効率的であり、(1)① i )にて候補として有望なペネを抽出した。
- 既設のペネを利用したアクセスルート構築技術は、他PJでの実施実績があるものや、現在検討・要素試験が進められているものもあるので、候補ペネに対する既存技術の適用可否を検討し、アクセスルート構築技術開発の必要性について整理を行った。
- D/W取水用アクセスルート構築に際して有用な既存の技術（各PJにて開発中のものを含む）の例は以下の通り：
  - a. 【新規延長配管構築技術】1F-1：X-2ペネ向け延長配管接続技術「PCV内部詳細調査PJ」
  - b. 【遮へい体の開口技術】1F-2/3：BSW開口・シール技術「基盤技術高度化PJ」
  - c. 【ペネとの遠隔接続技術】1F-2/3：X-6ペネへの接続技術「PCV内部詳細調査PJ」
- D/W内取水用アクセスルートとして既存のペネを利用するにあたり、D/W内の取水位置からポンプまでの移送距離に応じて、適用可能なポンプの型式（真空ポンプ or 水中ポンプ）が異なる。

⇒各候補ペネを用いた場合の、ポンプからD/W内の取水点までの移送距離を算出し、適用可能なポンプを評価

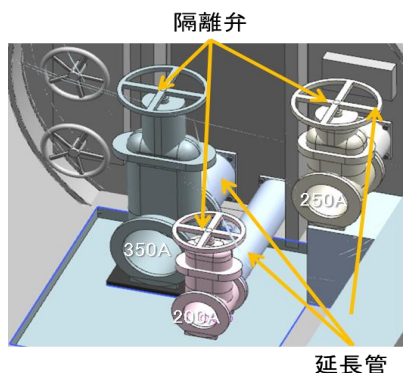


図. X-2ペネ向け延長配管接続技術

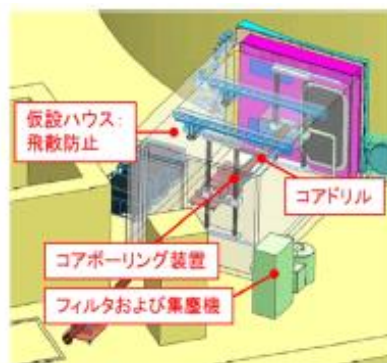


図. BSW開口・シール技術

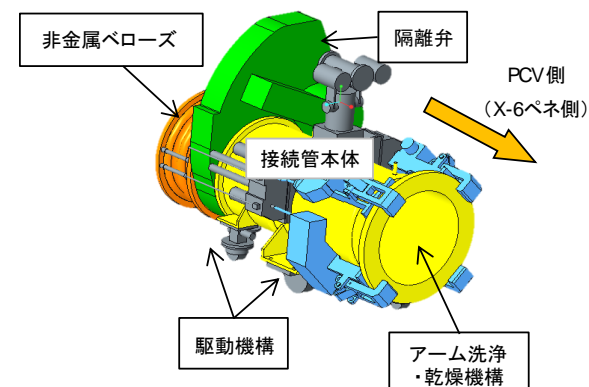


図. X-6ペネへの接続技術

# (1) ① ii )- 1 D/W内取水のためのアクセスルート構築方法の検討 (2/2) No.24

候補ペネ		X-1			X-1A		X-1B		X-2			X-6		
号機		1F-1	1F-2	1F-3	1F-2	1F-3	1F-2	1F-3	1F-1	1F-2	1F-3	1F-1	1F-2	1F-3
既存技術の適用性	(a) X-2延長配管接続	△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△
	(b) BSW開口	△	△	△	△	△	-	△	△	-	-	-	-	-
	(c) X-6接続	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	△	△
移送距離	水平方向 (サンブ-ポンプ)	33m	15m	15m	31m	31m	27m	54m	54m	30m	55m	49m		
	鉛直方向 (サンブ底部まで)	6.3m	7.0m	7.0m	7.0m	7.0m	6.6m	7.3m	7.3m	3.9m	6.5m	6.5m		

【凡例】 ○：適用可能（課題無し）、△：適用可能（課題あり）、×：適用不可、-：適用対象外

## ✓ 既存のアクセスルート構築技術の適用性：

適用に際して詳細検討が必要な部分もあるものの、適用可能な見通し。

⇒D/W取水技術の構築に際しては、新規技術開発要素はなし

（エンジニアリングにて実施可能な範囲と考える）。

## ✓ 移送距離：

X-1(1A/1B), X-2, X-6については、取水位置内部（上端～下端）からの取水が真空ポンプで可能な見込み。水平方向については、最大55mの移送が発生するため、ホース口径を太くする等の対策が必要。

⇒取水に使用するペネ次第では真空ポンプの採用が可能な見通し。



- (1)①ii)-1でのアクセスルート構築方法の検討結果より、各ペネに対して、既存技術を活用し、延長配管の構築が可能な見通しである（各ペネ周囲の線量低減については別途対応要）。  
⇒代表例として、1F-1 X-2で内部詳細調査用の設備を用いた場合の、取水ポンプ・配管の遠隔投入、回収、除染方法について概念検討を行った。
- 取水ポンプ・配管の遠隔投入・回収及び除染方法：
  - ✓ PCV外からPCV内への遠隔投入・回収については、下図に示すPCV内部調査用の設備と同様の構成で、対応が可能であると想定する。また、除染についても同様である。
  - ✓ PCV内投入後に取水位置まで移動（回収）させる方法については、メンテナンス性を考慮した上での別途技術開発が必要である。

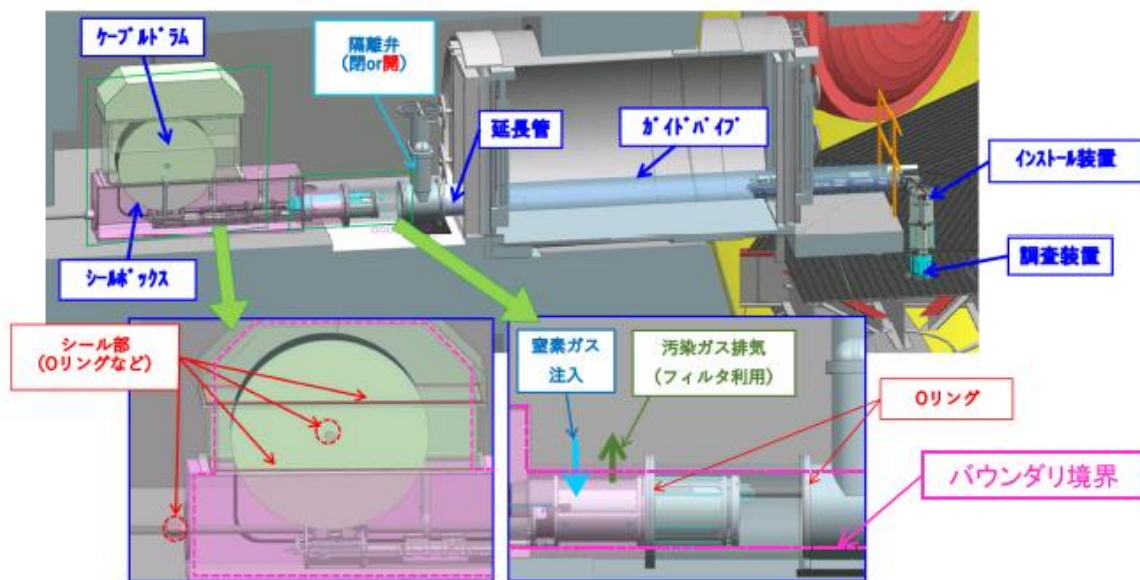
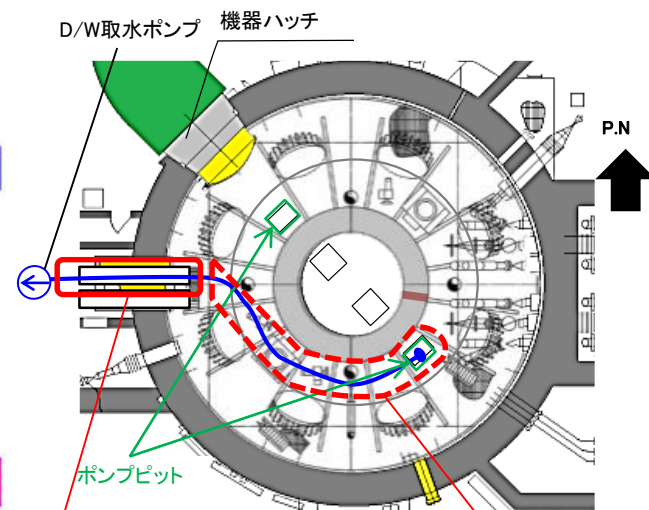


図. PCV内部詳細調査装置におけるバウンダリ構造\*

\* : (出典)原子炉格納容器内部調査詳細調査技術の開発PJ 検討資料

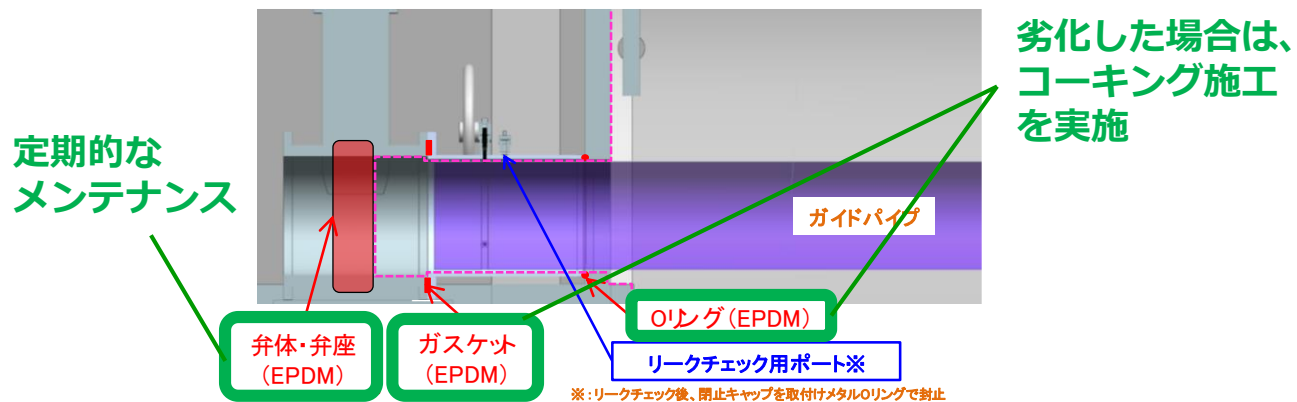
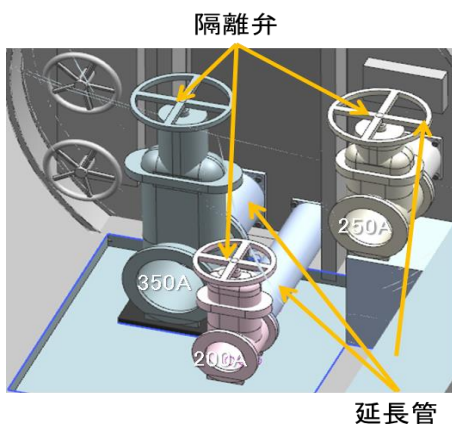


既存技術により、投入・回収が可能  
投入・回収の新規技術開発が必要

図. 1F-1での取水ポンプ投入ルートの場合

# (1) ① ii )- 3 アクセスルート構築に関連する設備について、長期間の No.26 使用を考慮した保守計画の検討

- (1)①ii)-1でのアクセスルート構築方法の検討結果より、各ペネに対して、既存技術を活用し、延長配管の構築が可能と考える（各ペネ周囲の線量低減については別途対応要）。  
⇒1F-1 X-2での内部詳細調査用の設備を用いた場合を代表例として、検討を行った。
- 長期間の使用を考慮した場合の課題（対象：X-2）：
  - ✓ 設備概念図を下図に示す。長期間の使用を前提とした場合、以下の対応が必要となる：
    - a) 放射線によるシール材（Oリング・ガスケット）の劣化  
⇒劣化した場合には、内部からの拡散を防止する方法としてシール部にコーキングを施工することで対応可能。長期間の使用が可能となる。
    - b) 隔離弁（弁体・弁座）のメンテナンス  
⇒定期的な（半年～1年に1回程度）グリスアップ及び隔離弁の動作（上昇・下降）で対応可能。長期間の使用が可能となる。



(1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案

① D/W内水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

(2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証

①D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

②S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

(1) ① iii)- 1 D/W内水循環システム・技術における開発課題の抽出・整理、開発計画の立案 No.28

● D/W内水循環システム構築技術の開発における課題（1/4）

区分	課題	既存技術の有無及び課題の難しさ	対応方針
アクセスルート (延長配管等) の構築・恒設化	穿孔方法	過去のPCV内部調査で既存のペネへの穿孔作業及び延長配管の構築実績あり。 また、PCV内部調査（B3*2）に向けて技術開発を実施中。	既存技術を整理し、 解決案の机上検討 を実施。
	バウンダリ構築		
	バウンダリの維持方法	既存ペネと延長配管の間のコーキング処理等 で対応可能と想定。	
	接続部の検査方法		
	耐震要求への対応	サポートの設置で対応可能と想定。	
	メンテナンス・補修方法	PCV内部調査（B2*1）の際に延長配管の 交換実績あり。	
投入ルート (D/W内) の整備	グレーチングの穿孔	PCV内部調査（B3*2）に向けて延長配管 経由のグレーチング穿孔技術を開発中。	
	ルート上の干渉物の 回避・撤去	「基盤技術高度化PJ」にて遠隔装置を用いた 干渉物撤去技術を開発中。	

【注記】

\*1 PCV内部調査(B2)：1号機PCV内1階グレーチング上から計測装置を吊り降ろし、ペDESTAL外地下階の状況を調査

\*2 PCV内部調査(B3)：1号機PCV内地下階に計測装置を搭載した調査装置を投入し、ペDESTAL内・外の状況を詳細に調査

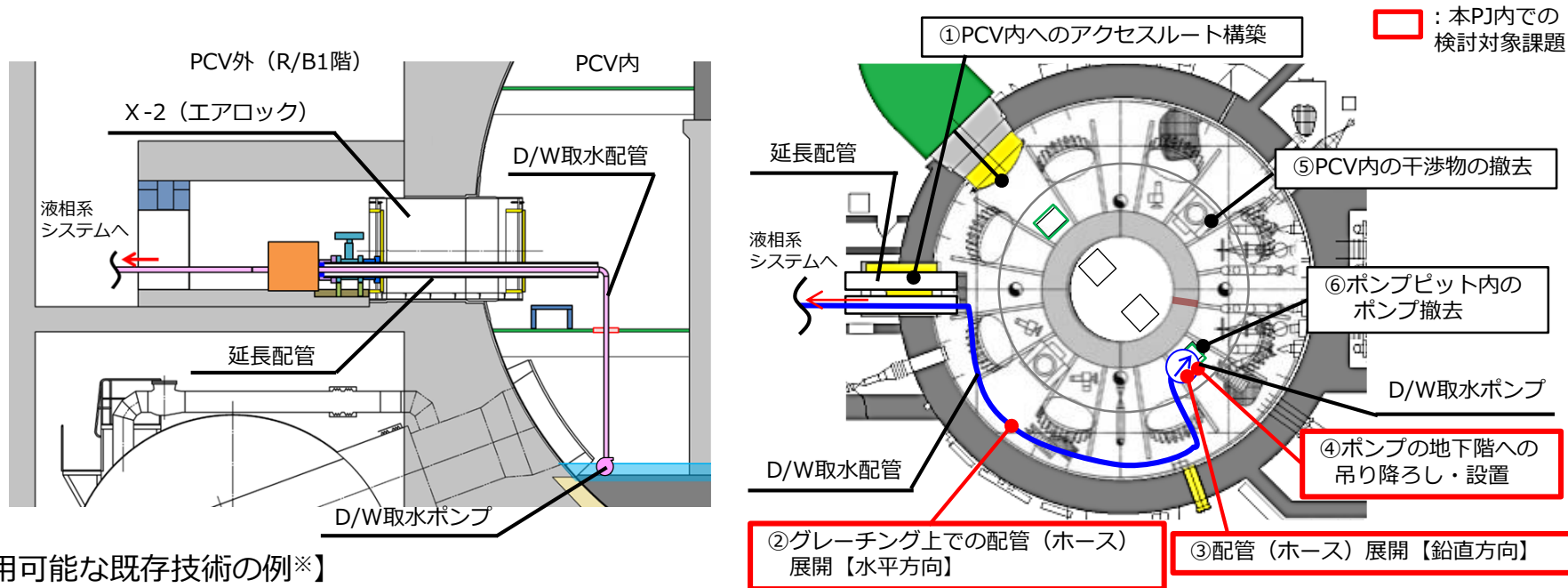
(1) ① iii)- 1 D/W内水循環システム・技術における開発課題の抽出・整理、開発計画の立案 No.29

● D/W内水循環システム構築技術の開発における課題 (2/4)

区分	課題	既存技術の有無及び課題の難しさ	対応方針
取水ライン (D/W内) の設定・メンテナンス	ポンプの運搬・吊り降ろし	以下の観点から、高難度の作業と想定： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完全遠隔操作</li> <li>• 交換可能な接続構造</li> <li>• 狭い空間（PCV内）での作業</li> </ul>	解決案の机上検討を実施後、要素試験にて妥当性を確認。
	ホースの送り出し・回収		
	ホースの整線		
	ポンプ・ホースの交換		
	ポンプ・ホースの接続		

# (1) ① iii)- 1 D/W内水循環システム・技術における開発課題の抽出・整理、開発計画の立案 No.30

## ● D/W内水循環システム構築技術の開発における課題 (3/4)



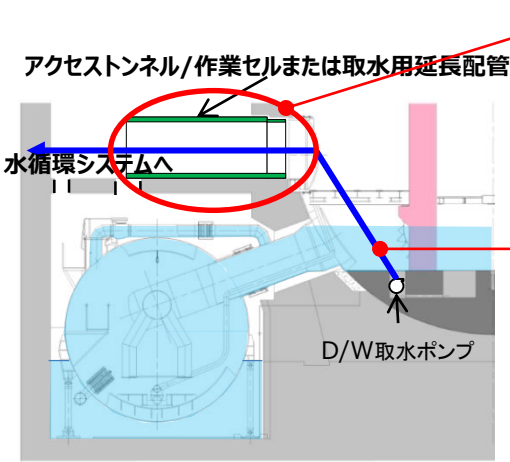
【適用可能な既存技術の例※】

課題	既存技術の例
①PCV内へのアクセスルート構築	1F-1 X-2向け延長配管設置技術 (内部調査PJ)、アクセストンネル接続技術 (工法・システムPJ) 等
⑤PCV内の干渉物の撤去	ペDESTAL外での干渉物撤去技術 (基盤技術PJ)
⑥ポンプピット内のポンプ撤去	

PCV内での配管 (ホース) の展開 (水平/鉛直方向)、ポンプの地下階への吊り降ろし・設置の課題解決を検討対象とする。

# (1) ① iii)- 1 D/W内水循環システム・技術における開発課題の抽出・整理、開発計画の立案 No.31

## ● D/W内水循環システム構築技術の開発における課題 (4/4)

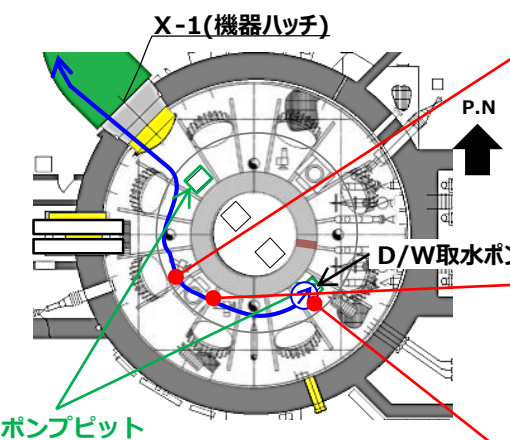


### ➤ アクセスルートの恒設化

既存ペネへの延長配管接続技術については、既存技術の机上検討の結果、適用時に詳細検討は必要であるものの適用可能と考える。また、恒設化についても机上検討の結果、課題はあるものの、既存技術の範囲内で対応可能と考える。

### ➤ ポンプ(配管)の遠隔での1階⇒D/W低位置への吊り降ろし方法の確立

D/W取水点であるD/W底面(またはサンプピット)へポンプ(配管)を遠隔操作にて吊り降ろす方法を確立するにあたり、解決案の机上検討及び要素試験を実施する。



### ➤ 運搬時のホースの送り出し・回収方法の確立

### ➤ 部分的な交換可能な接続構造の検討

ペネの選定結果に寄らず取水点までの最大移動距離を考慮し、PCV半周(180°)の引き回しを前提として、検討する必要がある。(ただし、要素試験に際しては、必要最低限の部分模擬にて対応する。)

### ➤ ホースの整線方法

複数本のホースを敷設する必要があるため、燃料デブリ取り出し作業時の障害とならないよう、整線作業が必要。その際、メンテナンス性も考慮した整線方法を確立するために、解決案の机上検討及び要素試験を実施する。

### ➤ 故障時の交換を考慮した接続構造

遠隔での接続・取り外し作業を考慮した接続部構造(ポンプ、ホース)の確立にあたり、解決案の机上検討及び要素試験を実施する。

1F-1にて取水ペネをX-1、取水点をポンプピットとした場合の検討例

## 6. 実施内容

- (1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案
  - ① D/W内水循環システム・技術の検討
    - i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理
    - ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討
    - iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案
  - ② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討
    - i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理
    - ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討
    - iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案
  
- (2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証
  - ① D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証
  - ② S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証



● S/C取水部構造設計仕様、要求事項の検討結果

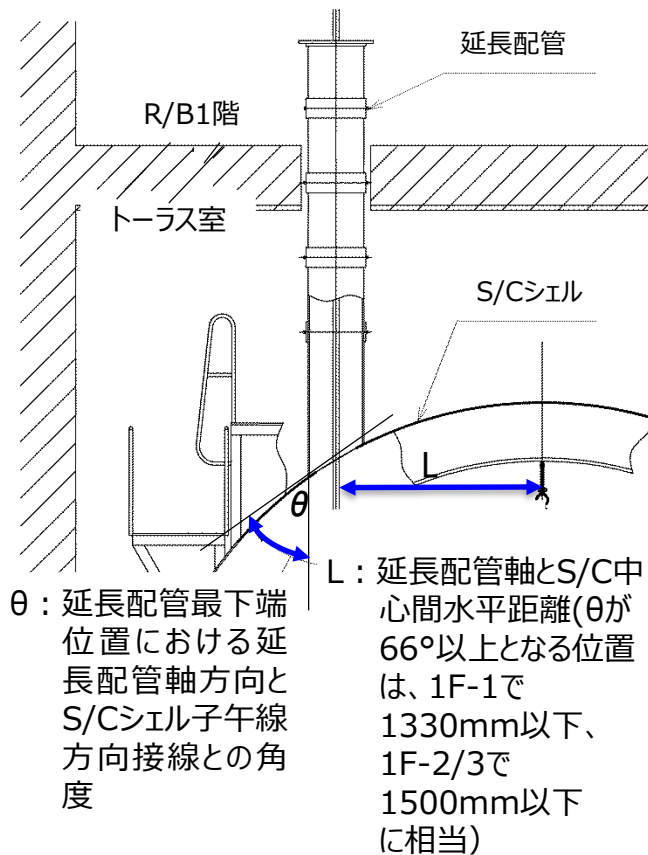
現場条件、システム設計からの要求、計画審査への説明性を考慮し、S/C取水部構造の下記項目に係る設計仕様、機能事項を整理した。

- 適用規格
- 環境条件
- 基本構造
- 構造健全性
- 気密性
- 取水部構造搬入・設置
- 溶接（溶接・延長配管同士の溶接、延長配管とS/Cの溶接）
- S/C穿孔
- 作業員被ばく低減
- メンテナンス
- その他

現場環境（干渉物等）を考慮し、4箇所（「工法・システム高度化PJ」の要求）のS/C取水部構造の配置を検討（燃料デブリ取り出し設備とのエリア干渉を考慮し、8箇所以上選定）。

## [検討結果]

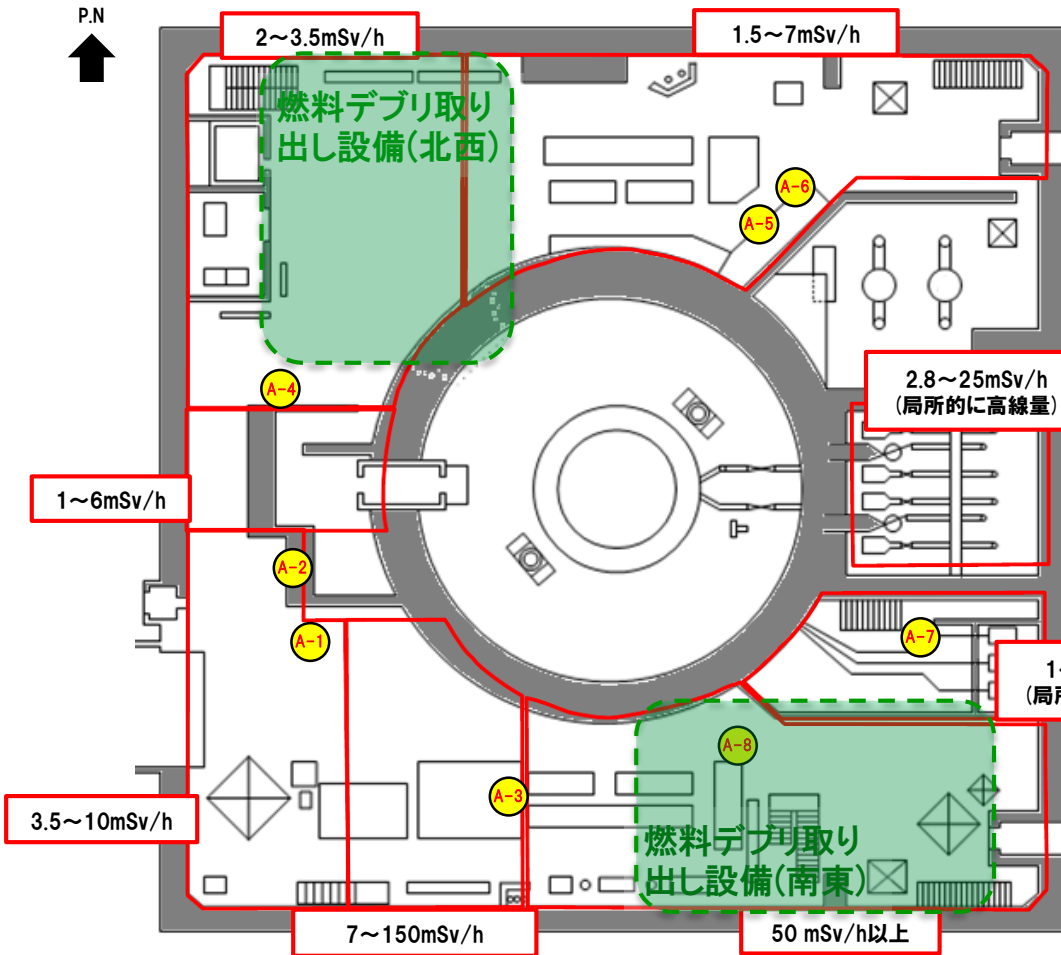
- A) 1F-1～3は、図中 $\theta$ の $66^\circ$ 以上で8箇所以上のS/C取水口が配置可能。  
⇒当該角度 $\theta$ を $66^\circ$ 以上として溶接装置開発を進める
- B) 遠隔によるトラス室内の干渉物撤去が必要。  
⇒トラス室内の代表的干渉物(配管、ケーブルトレイ、空調ダクト、手摺)について、PCV下部補修装置(FRM)による撤去手順の概念検討を行う。
- C) R/B1階干渉物撤去検討は必要に応じ、今後のエンジニアリング範囲とし本PJ対象外とする。
- D) S/C内構造物（ベント管、ベントヘッド、ダウンカマ）と取水設備の干渉影響の確認は必要だが、フレキシブルホースにより影響度は小さい見込み。
- E) S/C取水部を高線量エリアに設置する場合は、作業員被ばく低減のため、線量低減対策が必要



# (1) ② i )-2 S/C 取水部構造配置の検討 (2/2)

## ● 取水部構造の設置候補位置 検討結果 (例：1F-1)

検討の結果、抽出したS/C取水口穿孔位置を示す。(下図8ヶ所)



● 取水口

- 優先度A  
(燃料デブリ取り出し設備とエリア干渉無)  
A-1\*, A-2\*, A-3\*, A-4, A-5\*, A-6\*
- 優先度B  
(燃料デブリ取り出し設備(南東)とエリア干渉有)  
A-8\*
- 優先度C (技術的要求が高い)  
A-7\* (新規アクセスルート構築要)

\* : 高線量エリアのため線量低減対策が必要。

(1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案

① D/W内水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

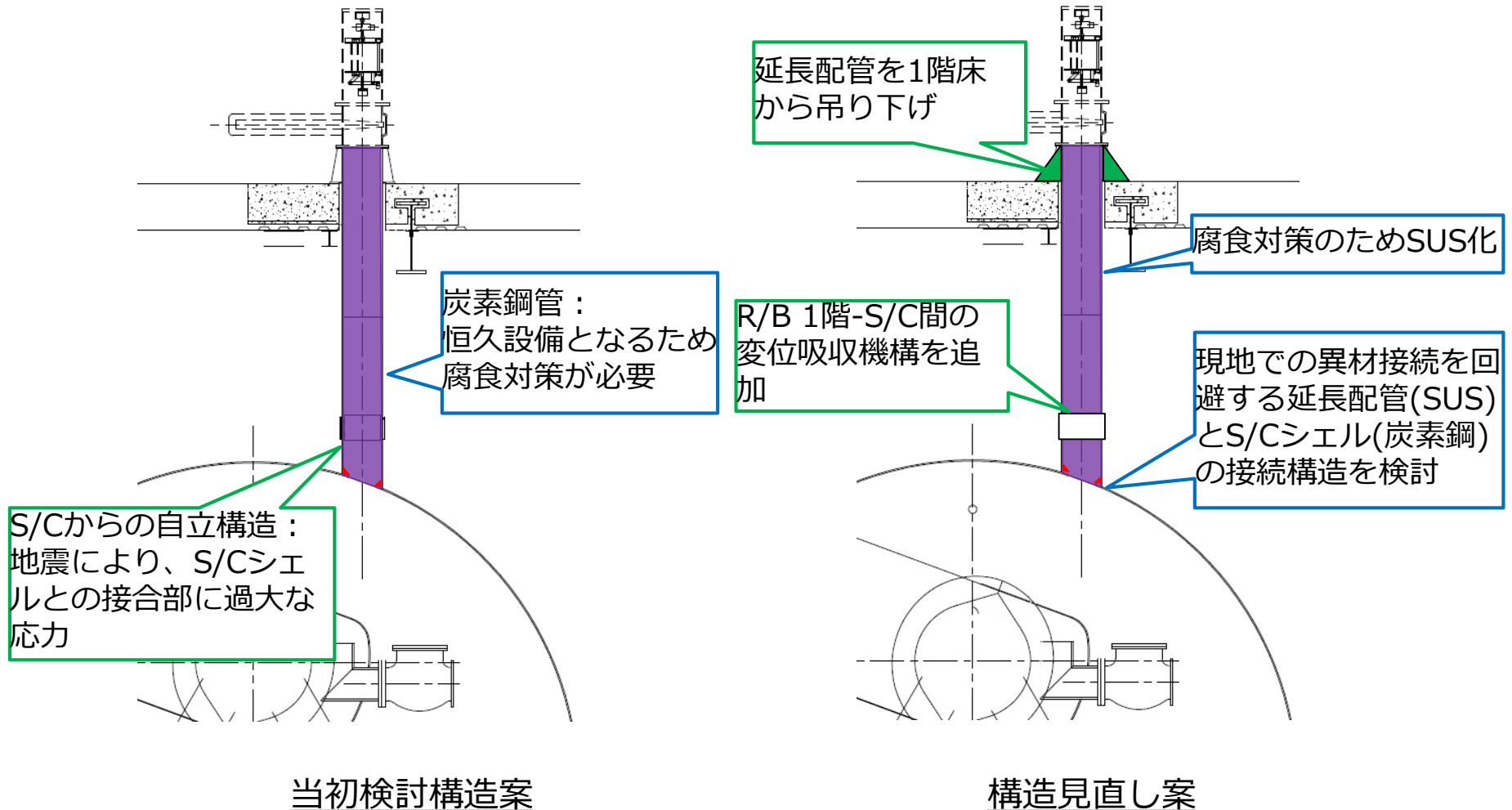
iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

(2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証

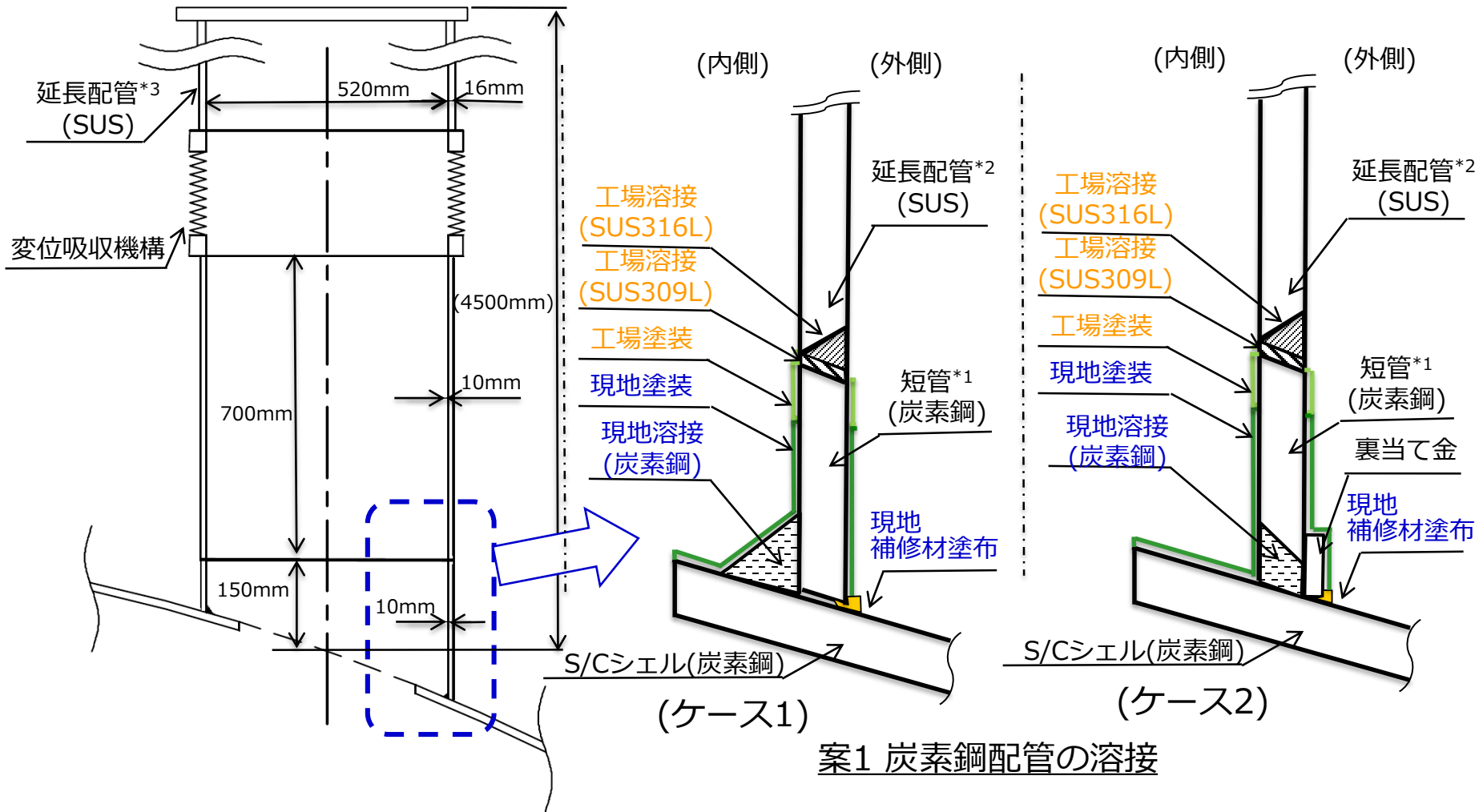
①D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

②S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

● 耐震条件を考慮した延長配管の構造見直し案(1/3)

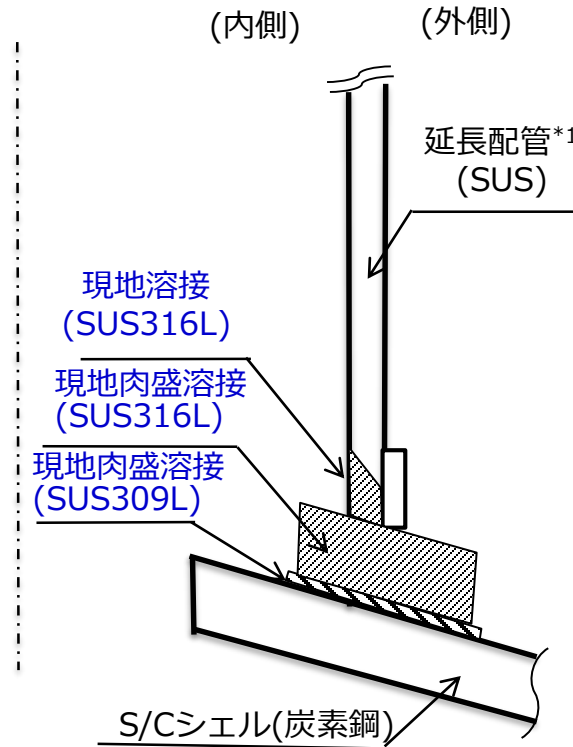
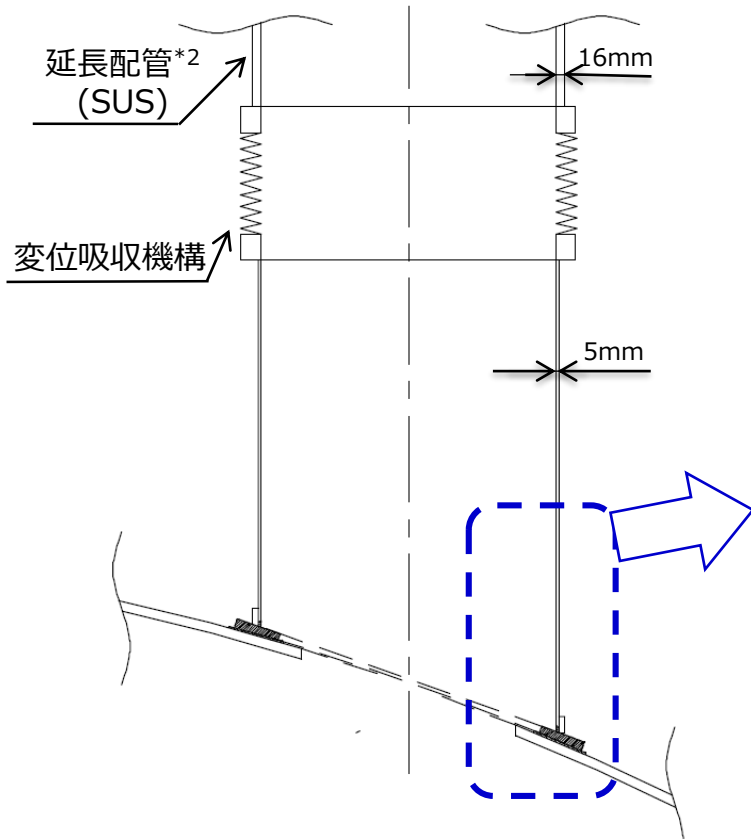


● 耐震条件を考慮した延長配管の構造見直し案(2/3)



- \*1 : 短管(炭素鋼)の板厚は約10mm(内外側の腐食代(2.5mm×2)を考慮)
- \*2 : 変位吸収機構までの延長配管(SUS)の板厚約10mm(腐食代考慮なし)
- \*3 : 変位吸収機構から上部の延長配管(SUS)の板厚約16mm (腐食代考慮なし)

● 耐震条件を考慮した延長配管の構造見直し案(3/3)



案2 S/CシェルへのSUS肉盛にSUS配管の溶接

\*1 : 変位吸収機構までの延長配管(SUS)の板厚約5mm(腐食代考慮なし)

\*2 : 変位吸収機構から上部の延長配管(SUS)の板厚約16mm (腐食代考慮なし)

## (1) ② ii )-2 S/C取水口に対する機能要求の検討

## ● S/C取水口に対する安全要求と機能要求(1/2)

燃料デブリ取り出し時における気相バウンダリの各深層防護レベルの  
安全要求

防護レベル	気相漏えいに対する FP障壁
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>一次バウンダリ内における気相中放射性物質濃度を制限値以下とすること</li> <li>一次バウンダリの静的／動的バウンダリで閉じ込めること</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>一次バウンダリの静的／動的バウンダリで閉じ込めること</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>二次バウンダリの静的／動的バウンダリで閉じ込めること</li> </ul>

出典：燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システムの高度化PJ  
燃料デブリ取り出し時の安全設計 進捗報告より



● S/C取水口に対する安全要求と機能要求(2/2)

燃料デブリ取り出し時における気相バウンダリの各深層防護レベルに対する安全・システム機能要求および本PJ目標（案）

防護レベル	気相漏えいに対するFP障壁	
	システム機能要求*1	本PJ目標(S/C取水部)
1	既存の損傷箇所や他の新規接続部と合わせた開口が、システム検討条件(必要差圧を確保時のインリーク量：1000m <sup>3</sup> /h以下)を満足すること	取水部構造各部のリーク許容値計を、左記インリーク量の1%以下とし、システムへの影響を軽微とする。 (設計が不合理とならざるを得ない場合、許容できる範囲で目標見直しを検討する)
2	レベル1と同条件	一次バウンダリ開口面積の増加(2cm <sup>2</sup> ) *2以下
3	レベル3については2次バウンダリで閉じ込める方針であり、一次バウンダリについての直接要求なし	耐震性と同様、実現可能性を考慮して、本事業内で目標設定・見直しを行う。

\*1: 工法・システム高度化PJの進捗を反映

\*2: 小口径配管(15A)の破断(2cm<sup>2</sup>)をシステム全体の開口増加量と想定、S/C取水部は全体量と同じとする  
(単一事象が取水口で発生したものと仮定する)

注: 設定値はシステム高度化PJと協議中であり、水循環システムPJの開発目標として仮設定したもの。  
システム全体の検討進捗に合わせて値の見直しを行う。

# (1) ② ii )-2 S/C取水口に対する機能要求の検討

## ● S/C取水口延長配管に対する気相バウンダリとしての機能要求への適合性(1/2) <レベル1>

構造案	監視	防止	緩和
要求	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>①S/C取水口に作用する荷重に対して十分な強度を有すること</li> <li>②構造部材の腐食を抑制できること</li> <li>③施工完了時に、取水構造内側からVTにより異常がないこと、漏えい試験により漏えいがないことを確認し、水循環システムメンテナンス時に取水構造内側からVTにより異常がないことを確認できること</li> </ul>	-
案1	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>①-1R/B 1階-S/C間の変位吸収機構の追加、延長配管を1階床から吊り下げにより、S/Cシェルとの接合部の過大な応力を抑制する</li> <li>①-2溶接部は継手効率を考慮した必要のど厚を確保する</li> <li>②-1施工時に腐食代を確保することにより腐食による開口の発生を防止する</li> <li>②-2防食塗装により、腐食の進行を抑制する</li> <li>②-3水循環システムメンテナンス時のVT結果に応じ、必要な場合には塗装の補修を行い、腐食を抑制する</li> <li>③施工完了時に、取水構造内側からカメラを用いたVTにより異常がないこと、水圧による漏えい試験により漏えいがないことを確認する。水循環システムメンテナンス時に取水構造内側からカメラを用いたVTにより異常がないことを確認する</li> </ul>	-
案2	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>①-1R/B 1階-S/C間の変位吸収機構の追加、延長配管を1階床から吊り下げにより、S/Cシェルとの接合部の過大な応力を抑制する</li> <li>①-2溶接部は継手効率を考慮した必要肉厚を確保する</li> <li>②耐食材の採用により腐食による開口の発生を防止する</li> <li>③施工完了時に、取水構造内側からカメラを用いたVTにより異常がないこと、水圧による漏えい試験により漏えいがないことを確認する。水循環システムメンテナンス時に取水構造内側からカメラを用いたVTにより異常がないことを確認する</li> </ul>	-

## ● S/C取水口延長配管に対する気相バウンダリとしての機能要求への適合性(2/2)

### <レベル2>

構造案	監視	防止	緩和
要求	・ 負圧管理システムにおいて漏えいの増加が検知されたとき、S/C取水口からの漏えいの有無を検知できること	・ バウンダリ構成部材の非延性破壊を防止できること	・ 漏えいを停止または抑制できること
案1	・ PCV内圧・負圧管理システムの排気流量の監視により開口の増加が検知された場合には、漏えい試験等により漏えいの有無を確認する。	・ 延性材料の採用により非延性破壊を防止する	・ 漏えい箇所に補修材を塗布することにより漏えいを停止・抑制する
案2	・ PCV内圧・負圧管理システムの排気流量の監視により開口の増加が検知された場合には、漏えい試験等により漏えいの有無を確認する。	・ 延性材料の採用により非延性破壊を防止する	・ 漏えい箇所に補修材を塗布することにより漏えいを停止・抑制する

(補足)

- 「防止」はレベルを逸脱しないための対策、「緩和」は下のレベルを逸脱した場合の影響の緩和策を示す。
- レベル3は二次バウンダリで閉じ込める方針であり、一次バウンダリの延長配管に対する機能要求はなし
- 異常時収束後の対応策として下記を想定。
  - ・ S/C取水口から取水設備を取り出し、S/C開口を閉止することにより漏えいを停止・抑制する
  - ・ S/C開口を閉止することにより漏えいを停止・抑制している間に漏えい箇所の補修またはS/C取水口の閉止を行う

**案1・案2ともに機能要求を満足する。(違いはレベル1の防止策のみ)**

# (1) ② ii )-3 S/C取水口構造の長期間使用を考慮した保守計画の検討No.44

## ● S/C取水装置の設定・メンテナンス方法の検討(1/4)

### (1)S/C取水装置の吊り下げ、設置作業案(No.46S/C取水セル概要図参照)

#### ①ポンプユニット設置

- ・すべての作業はS/C取水用セル内で行う。
- ・ホース送り機構・ケーブル送り機構は、車輪付きの汚染水受けパン上に設置し、汚染水の拡散防止を図る。
- ・S/C取水セル内のモノレール・電動ホイストを用いて収納容器(内部にS/C取水ポンプを収納)を隔離機構上に設置する。
- ・S/C取水ポンプにホース・ケーブルをホースカプラ・ケーブルコネクタで接続する。
- ・ホース・ケーブルの下に車輪付きの汚染水受けパン上に設置し、汚染水の拡散防止を図る。

#### ②ポンプ吊り下ろし

- ・ポンプユニット上部のS/C内ガス流出防止用加圧空間への送気を開始。(本空間の圧力をS/Cより高く維持することにより、S/C内ガスの外部への漏えいを防止する。)(No.47収納容器上部気密構造概念図参照)
- ・隔離機構を開にする。
- ・収納容器内に取り付けたワイヤリール(ロードセル付き)でワイヤロープを送り出し、S/C取水ポンプを自重で吊り下ろす。
- ・ワイヤロープの送り速度に合わせて、ホースとケーブルもホース送り機構、ケーブル送り機構によりホース・ケーブルを送り出す。
- ・ポンプ先端を勾配形状とすることでS/C内干渉物(ベント管、ベントヘッダなど)を回避させる。

#### ③S/C内ポンプ設置 (ポンプ設置状態の確認) (No.47ポンプ設置状態の確認方法概念図参照)

- ・ワイヤリール付きのロードセル指示値を監視し、荷重が低下したらワイヤリールを停止する。
- ・収納容器上部でホース目盛りを確認し、所定量ホースが送り込まれていることを確認する。
- ・S/C取水ポンプ設置用カメラ、照明によりS/C取水ポンプの姿勢、周辺状況を確認する。
- ・ワイヤリールを巻き戻し、荷重が増加したところで停止することにより、S/C底部から離れた位置に吊った状態でポンプを設置する。

# (1) ② ii )-3 S/C取水口構造の長期間使用を考慮した保守計画の検討No.45

## ● S/C取水装置の設定・メンテナンス方法の検討(2/4)

### ④収納容器貫通部の気密処理

- ・加圧を停止。
- ・収納容器の貫通部（ホース、ケーブル）に気密シール部材（シリコンゴムなど）を充填する。

## (2) S/C取水装置の吊り上げ作業案(No.46S/C取水セル概要図参照)

### ①ポンプ回収および除染(No.47ポンプ回収時の汚染拡大防止対策概念図参照)

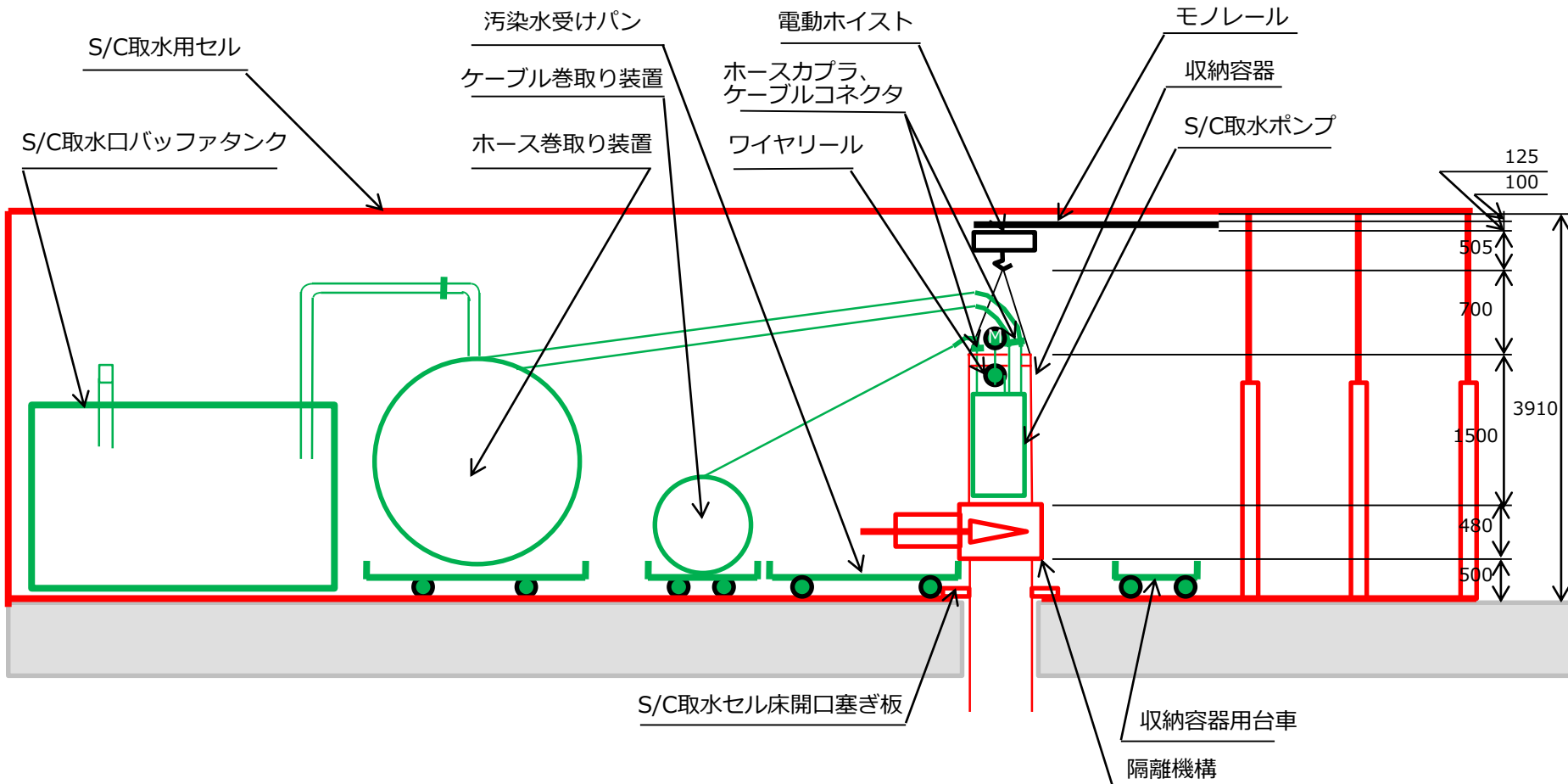
- ・S/C内ガス流出防止用加圧空間への送気を開始。(S/C内ガスの外部への漏えいを防止する。)(No.47収納容器上部気密構造概念図参照)
- ・収納容器の貫通部（ホース、ケーブル）の気密シール部材を除去する。
- ・ワイヤリールでワイヤロープを巻き取り、ポンプを吊り上げる。
- ・ホース送り装置、ホース・ケーブルも送り機構により吊り上げる。
- ・ポンプ、ホース、ケーブル、ワイヤロープを吊り上げ時、収納容器内で洗浄スプレー、窒素ガススプレーで除染する。

### ②ポンプユニットの回収

- ・隔離機構を閉にする。
- ・S/C内ガス流出防止用加圧空間への送気を停止する。
- ・ホースカプラ・ケーブルコネクタを外し、収納容器をホース・ケーブルから切り離す。
- ・収納容器を（少し）持ち上げて、カバープレートを差し込み、収納容器にカバープレートを固定する。
- ・収納容器、ケーブル送り機構、ホース送り機構を廃棄する。

# (1) ② ii )-3 S/C取水口構造の長期間使用を考慮した保守計画の検討No.46

## ● S/C取水装置の設定・メンテナンス方法の検討(3/4)

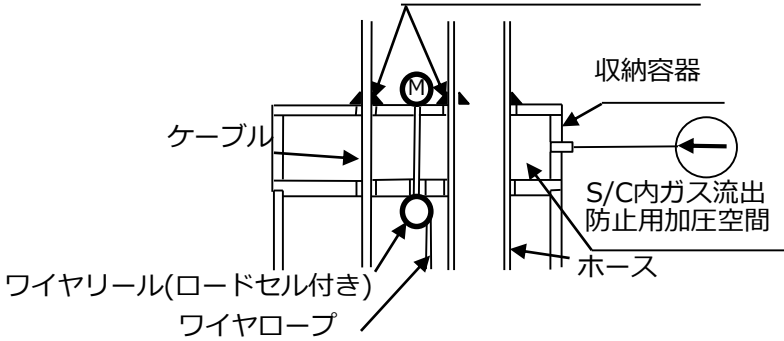


S/C取水セル概要図

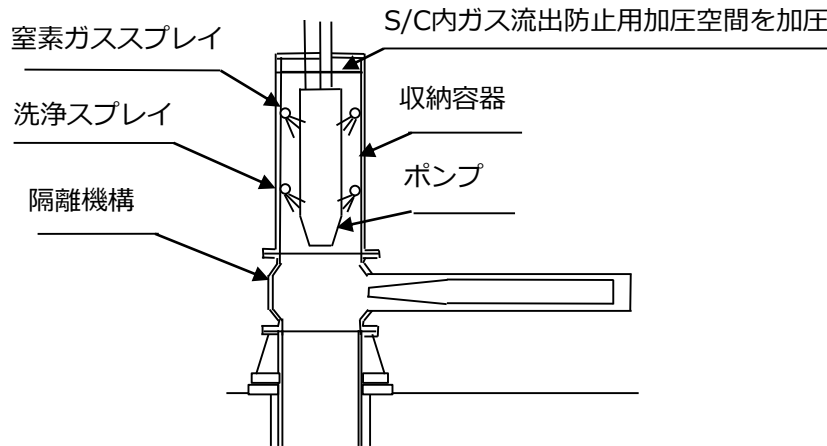
# (1) ② ii )-3 S/C取水口構造の長期間使用を考慮した保守計画の検討 No.47

## ● S/C取水装置の設定・メンテナンス方法の検討(4/4)

貫通部の気密シール充填

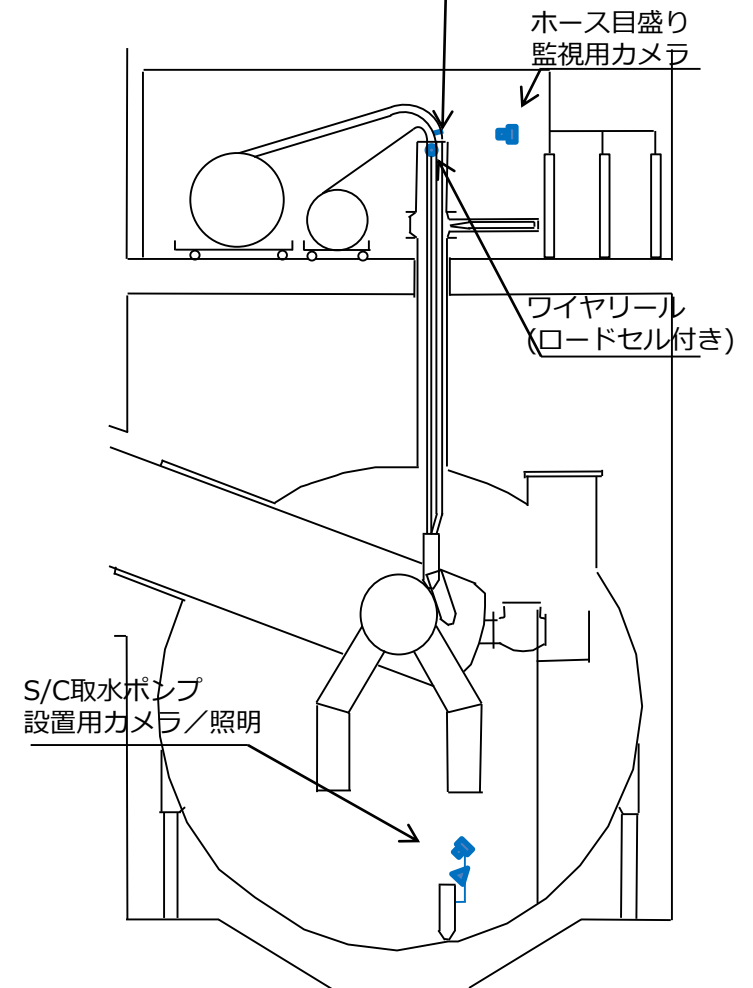


### 収納容器上部気密構造概念図



### ポンプ回収時の汚染拡大防止対策概念図

ホース挿入長さ表示目盛り



### ポンプ設置状態の確認方法概念図

## 6. 実施内容

- (1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案
  - ① D/W内水循環システム・技術の検討
    - i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理
    - ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討
    - iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案
  - ② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討
    - i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理
    - ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討
    - iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案
- (2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証
  - ① D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証
  - ② S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証



# (1) ② iii )- 1 S/C内水循環システム構築技術の開発課題と

<施工時>

## 開発計画の検討結果 (1/5)

区分	課題	既存技術の有無および課題の難しさ	検討結果
アクセスルート (ガイドパイプ等)の構築・恒設化	穿孔方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ S/Cガイドパイプ(延長配管)穿孔装置(PCV補修PJ/ESS)の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・ 水中環境下での適用性が課題で、適切な装置をエンジニアリング段階で開発する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存技術の応用可能の見通し</li> <li>・ エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>
	バウンダリ構築	<p>【延長配管とS/Cの接続】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ S/C継手溶接、溶接不良箇所のビード成形研削で、S/Cガイドパイプシール装置(延長配管)(PCV補修PJ/ESS)の既存技術は下記課題で応用困難のため、本PJで開発対象             <ul style="list-style-type: none"> <li>- カメラによるペレータ遠隔マニュアル溶接で狙い位置が不安定</li> <li>- 溶接品質のばらつきで再現性・安定性確保</li> <li>- ビード不均一・アンダーカット等の改善</li> <li>- S/C満水状態での溶接等が課題</li> </ul> </li> <li>・ 延長配管とS/Cシールの位置合せは類似開発装置がないため、本PJで開発対象</li> <li>・ S/C表面浮き錆磨きと隙間管理は既存技術の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外(隙間管理は計測機器(3Dスキャナ)選定向け機能確認のみ本PJで実施)</li> </ul>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 継手溶接、溶接不良箇所のビード成形研削、位置合せは既存技術で応用困難のため、プロトタイプ機による機能試験、組合せ試験にて妥当性を確認する</li> </ul> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 隙間計測、S/C表面の浮き錆磨きは既存技術の応用可能の見通し、エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>
		<p>【延長配管同士の接続】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般的な配管継手自動溶接の既存技術応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・ R/B1階上の溶接で接近可能であり、S/C継手溶接に比べ難度低い</li> <li>・ 適正な溶接条件確認、溶接による変形確認、溶接不良箇所のビード成形研削等が課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存技術の応用可能の見通し</li> <li>・ エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>
		<p>【塗装】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 塗装前素地調整および塗装は、溶接部清掃装置、コーティング装置(PCV補修PJ/ESS)等の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・ 恒久設備としての塗装向けに、耐久性のある塗装系の選定・性能確認、塗装工法、素地調整程度の確認が課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存技術の応用可能の見通し</li> <li>・ エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>

# (1) ② iii )- 1 S/C内水循環システム構築技術の開発課題と 開発計画の検討結果 (2/5)

## <施工時>

区分	課題	既存技術の有無および課題の難しさ	検討結果
アクセスルート (ガイドパイプ 等)の構築・恒設 化	接続部の検査 方法	<p>【VT】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ S/Cガイドパイプ(延長配管)用カメラ(PCV補修PJ/ESS)の技術の流用・応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> </ul> <p>【漏えい試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PCV補修PJと同方法により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存技術の応用可能の見通し、課題はなし</li> </ul>
	ベローズガイ ドリングの取 り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 類似技術なし</li> <li>・ R/B1Fからのベローズガイドリングの遠隔取り外し方法が課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遠隔でピン引抜方式によるガイドリング解除方法を検討、実現可能の見通し</li> <li>・ 類似開発装置がないため、本PJで装置設計、エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>
投入ルート(S/C 内)の整備	グレーチング の穿孔	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上記、トーラス室内の干渉物撤去と同様</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存技術の応用可能の見通し</li> <li>・ エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>

# (1) ② iii )- 1 S/C内水循環システム構築技術の開発課題と 開発計画の検討結果 (3/5)

## <メンテナンス>

区分	課題	既存技術の有無および課題の難しさ	検討結果
アクセスルート (ガイドパイプ 等)の構築・恒 設化	バウンダリ 構築	【ホース・ケーブル挿入部のシール】 ・気密シール部材（シリコンゴム）の既存技術の適用で実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外	・既存技術の流用可能の見通し、課題なし
	バウンダリの 維持方法	【隔離機構】 ・既存弁(原子カクラス外弁)の設計変更により実現可能の見通しのため、開発対象外 ・機構の軽量化(延長配管への荷重低減)、面間短尺化(高さ方向作業スペースの確保)等が課題で、弁箱形状コンパクト化をエンジニアリング段階で開発する	・既存技術の応用可能の見通し ・エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証
		【作業セル】 ・PCV内部詳細調査用隔離部屋(PCV内部詳細調査PJ/ESS)、作業セルシール（インフレートシール）（基盤技術の高度化PJ/ESS）の技術の適用で実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外	・既存技術の流用・応用可能の見通し、課題なし
	耐震要求への 対応	・S/Cガイドパイプ(延長配管)(PCV補修PJ/ESS)の技術あり(S/C上に延長配管が自立する構造) ・接続部への荷重低減のための軽量化・ベローズ機構の追加等が課題	・R/B 1階-S/C間の変位吸収機構の追加、延長配管を1階床から吊り下げにより、S/Cシールとの接合部の過大な応力を抑制

# (1) ② iii )- 1 S/C内水循環システム構築技術の開発課題と 開発計画の検討結果 (4/5)

## <メンテナンス>

区分	課題	既存技術の有無および課題の難しさ	検討結果
投入ルート(S/C内)の整備	ルート上の干渉物の回避・撤去	・ポンプ先端を勾配形状とすることで、S/C内干渉物(ダウンカメラ、ベントヘッダなど)との回避を想定し、課題はない	・挿入ポンプ先端形状の見直し、課題なし
取水ライン(S/C内)の設定	ポンプの運搬・設定	・S/C内での水平方向引き回しは想定しておらず、課題はない。	・既存技術の応用可能の見通し、課題はなし
	ホースの送り出し・回収	・S/C内充填止水用ホース送り装置(PCV補修PJ/ESS)、S/C脚部補強用ホース送り装置(PCV補修PJ/日立GE)等の技術の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外	
	ホースの整線	・S/C内での水平方向引き回しは想定しておらず、課題はない。	
アクセスルート、取水ラインのメンテナンス・補修	ポンプ・ホースの交換	・R/B 1階 S/C取水用作業セル内での交換を想定。使用済みポンプ・ホースはS/C取水用セル内でキャスク詰めして搬出を想定し、実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外	・既存技術の応用可能の見通し、課題はなし
	ポンプ・ホースの接続	・R/B 1階 S/C取水用作業セル内にホース交換部と恒設部の接続部を設けることを想定し、実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外	・既存技術の応用可能の見通し、課題はなし
	検査方法	【VT】 ・目視検査システムの既存技術の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外 ・遠隔VT方法が課題で、適切な装置をエンジニアリング段階で開発する	・既存技術の応用可能の見通し ・エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証
	補修方法	【補修塗装】 ・施工時の塗装と同様	・既存技術の応用可能の見通し ・エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証

# (1) ② iii )- 1 S/C内水循環システム構築技術の開発課題と 開発計画の検討結果 (5/5)

<レベル2>

区分	課題	既存技術の有無および課題の難しさ	検討結果
アクセス ルート、取 水ラインの 検査・補修	検査方法	<p>【VT】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・メンテナンスのVTと同様</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存技術の応用可能の見通し</li> <li>・エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>
		<p>【内側からの漏えい試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・管内耐圧用仮設シール材の一般既存技術の応用、発泡液による漏えい試験の既存技術の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・仮設シール材の選定・シール性検証および発泡液の選定・欠陥検出性能が課題</li> </ul>	<p>・仮設シール装置は類似開発装置がないため、要素試験にて妥当性を確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・仮設シール装置、発泡液供給装置とともにエンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>
		<p>【外側からの漏えい試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・トレーサガスによる漏えい試験の既存技術の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・PCV外(トーラス室) アクセスは、S/C上部調査装置:テレランナー(PCV調査PJ/日立GE)等の既存技術の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・トレーサガスの選定、欠陥検出性能等が課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存技術の応用可能の見通し</li> <li>・エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>
	補修方法	<p>【漏えい箇所の閉止】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・補修前表面清掃および補修は、溶接部清掃装置、コーティング装置(PCV補修PJ/TSB)等の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・PCV外(トーラス室) アクセスは、S/C上部調査装置:テレランナー(PCV調査PJ/日立GE)等の既存技術の応用により実現可能の見通しのため、本PJで開発対象外</li> <li>・コーティング剤の選定・シール性検証、素地調整程度の確認等が課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存技術の応用可能の見通し</li> <li>・エンジニアリング段階で一部課題の検討、装置化・実証</li> </ul>

本PJでの要素試験の対象は下記とする

- ・延長配管とS/Cの接続方法
- ・仮設シール材による漏えい試験方法

(1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案

① D/W内水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

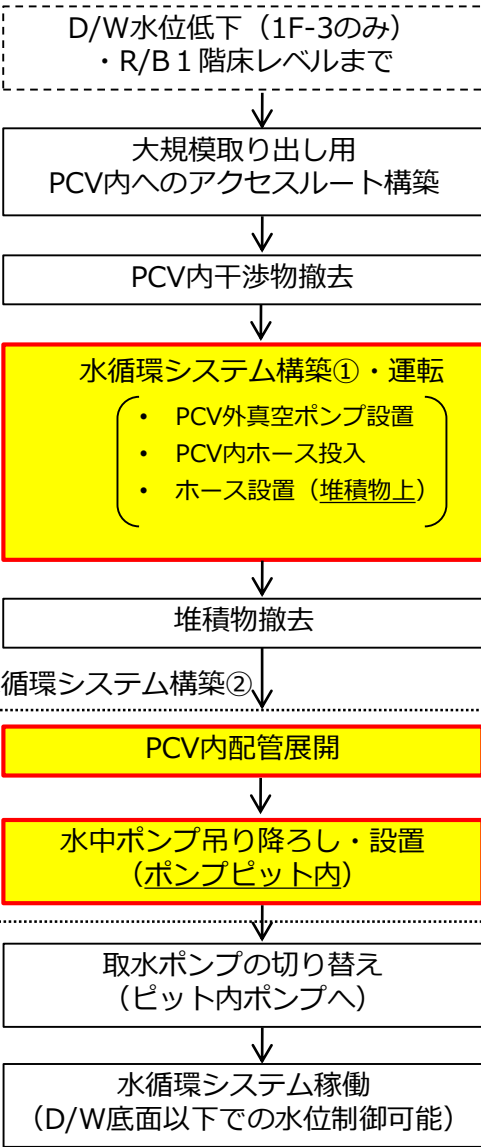
iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

(2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証

①D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

②S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

- D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証にあたり、全体作業ステップについて検討を実施した。

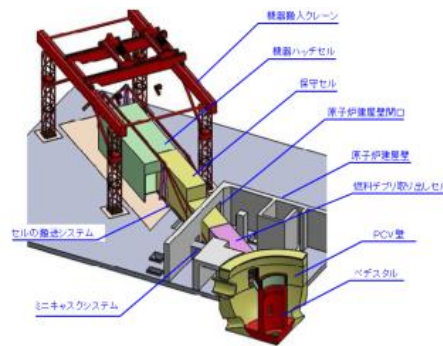


### D/W取水の前提条件

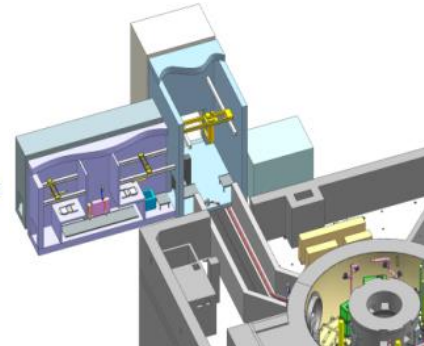
- ✓ ポンプピットにて取水するためには、PCV内での遠隔装置による配管敷設作業が必要。
- ✓ その遠隔装置の搬出入ルートとしては、大規模取り出し用のアクセスルートを用いるものとする。

### 大規模取り出し用のPCV内アクセスルートの例

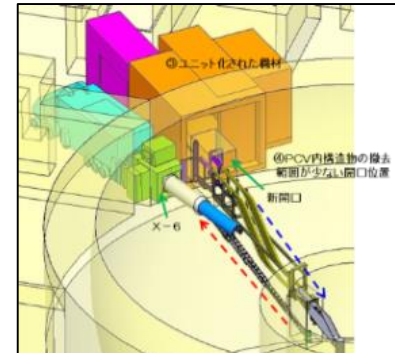
- ✓ アクセスルートとしては、複数案※が検討され、アクセスルートとしての閉じ込め方法等について検討されている。
- ✓ D/W内での作業のための搬出入ルートとして、当該アクセスルートの利用を計画する。当該アクセスルート内にD/W取水用配管を敷設できる可能性がある(例：アクセストンネル)が、その適用可否については工法側と密接にかかわる部分であり、本PJでは判断できない。そこで、アクセスルートを配管の敷設ルートとして利用できない場合には、別の既設ペネ(X-2等)にD/W取水用配管を敷設することとする。



PLAN-Aでのアクセスルート※



PLAN-Bでのアクセスルート※



PLAN-Cでのアクセスルート※

: 本PJの検討範囲

※ : アクセスルート(PLAN-A、PLAN-BおよびPLAN-C)の詳細は、平成26年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金「燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システムの高度化事業」および平成28年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高度化」に関する報告書参照。

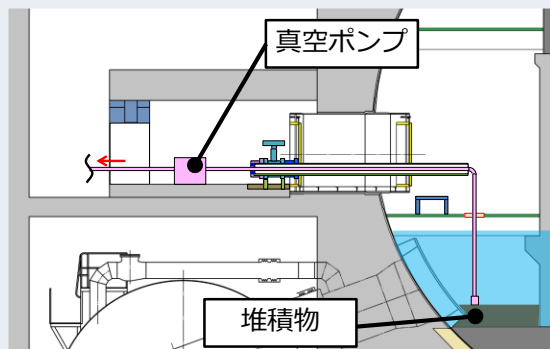
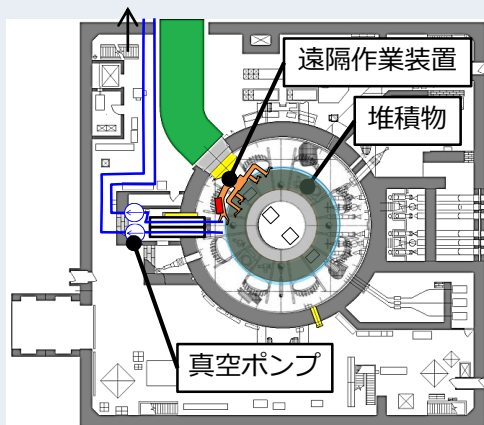
: 検討対象



□ : 検討対象

## STEP.3\*

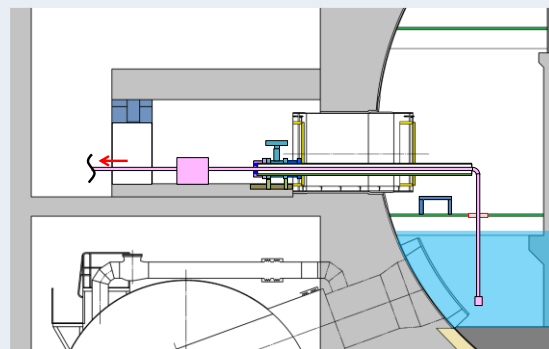
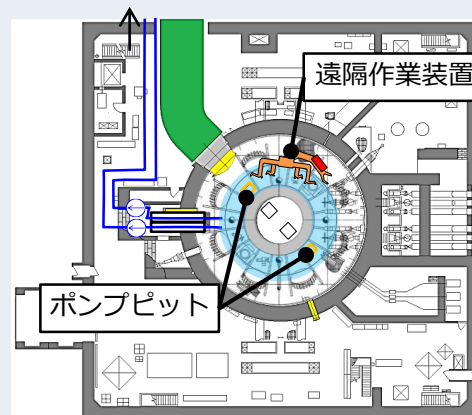
### 水循環システム構築・運転



- PCV内に遠隔作業装置を投入
- PCV外で真空ポンプ（2機）を設置し、PCV内にホースを投入
- 遠隔作業装置にてグレーチングを開口した後、堆積物上にホースを設置

## STEP.4\*

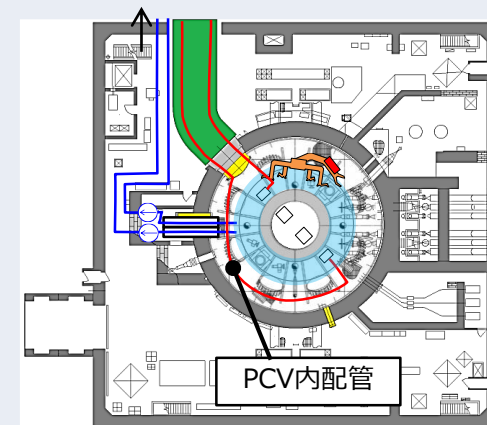
### 堆積物撤去



- 遠隔作業装置を用いて、D/W内堆積物を撤去する。
- 堆積物撤去作業中は、STEP.3で構築した真空ポンプによる取水を維持。
- ポンプピット内のポンプを撤去する。

## STEP.5

### PCV内配管展開



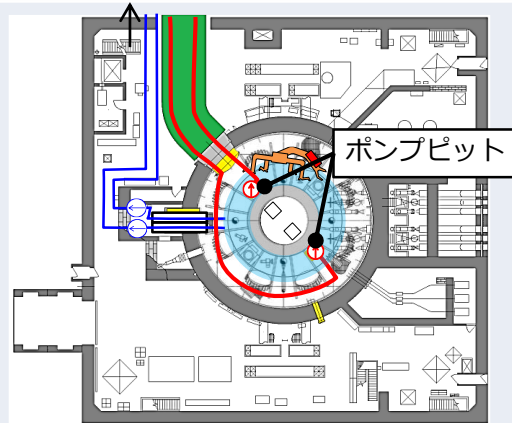
- 遠隔作業装置にて、PCV内グレーチング上に配管を運搬・接続。

※D/W内に堆積物が無い場合、STEP.3,4は省略となる

: 検討対象

## STEP.6

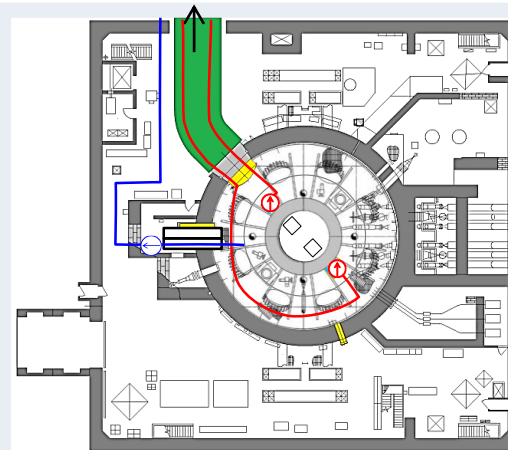
水中ポンプ吊り降ろし・設置



- 地下階に水中ポンプを吊り降ろしながら配管を接続する。
- ポンプピット内に水中ポンプを設置する。

## STEP.7

取水ポンプ切替・水循環システム運転



【1F-1での例】

- D/W底面以下での水位管理のため、ポンプピットからの取水に切り替える。
- STEP.6までの間稼動していた真空ポンプを撤去する（不要な場合のみ）。

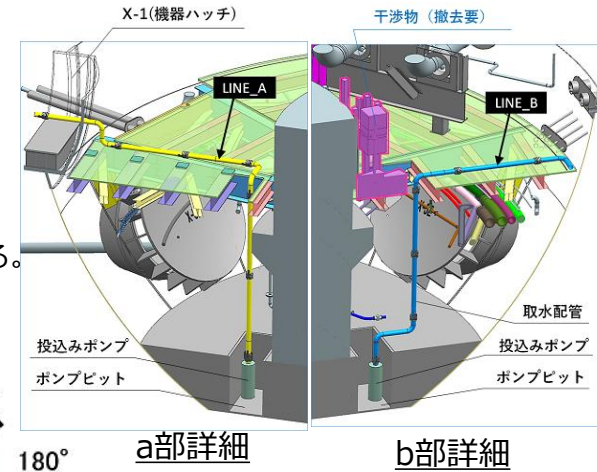
- STEP.3にて解決すべき課題：
  - ホースの吊り降ろし
- STEP.5にて解決すべき課題：
  - 遠隔操作による配管の接続
  - 配管の位置合わせ
  - 交換可能な接続部構造
- STEP.6にて解決すべき課題：
  - 水中ポンプ吊り降ろし中の配管接続
  - 水中ポンプの設置
  - グレーチング上配管と地下階への配管の接続
- STEP.3の解決課題は、STEP.6に包絡される。そこで、STEP.5とSTEP.6を検討対象とする。

# (2)①-2 D/W内配管敷設上の詳細課題

## ● 1F-1でのD/W取水ラインの構築例

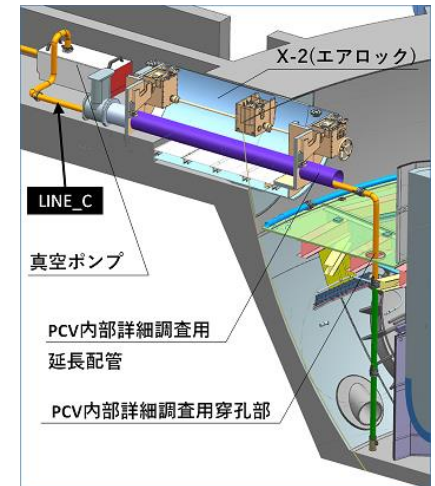
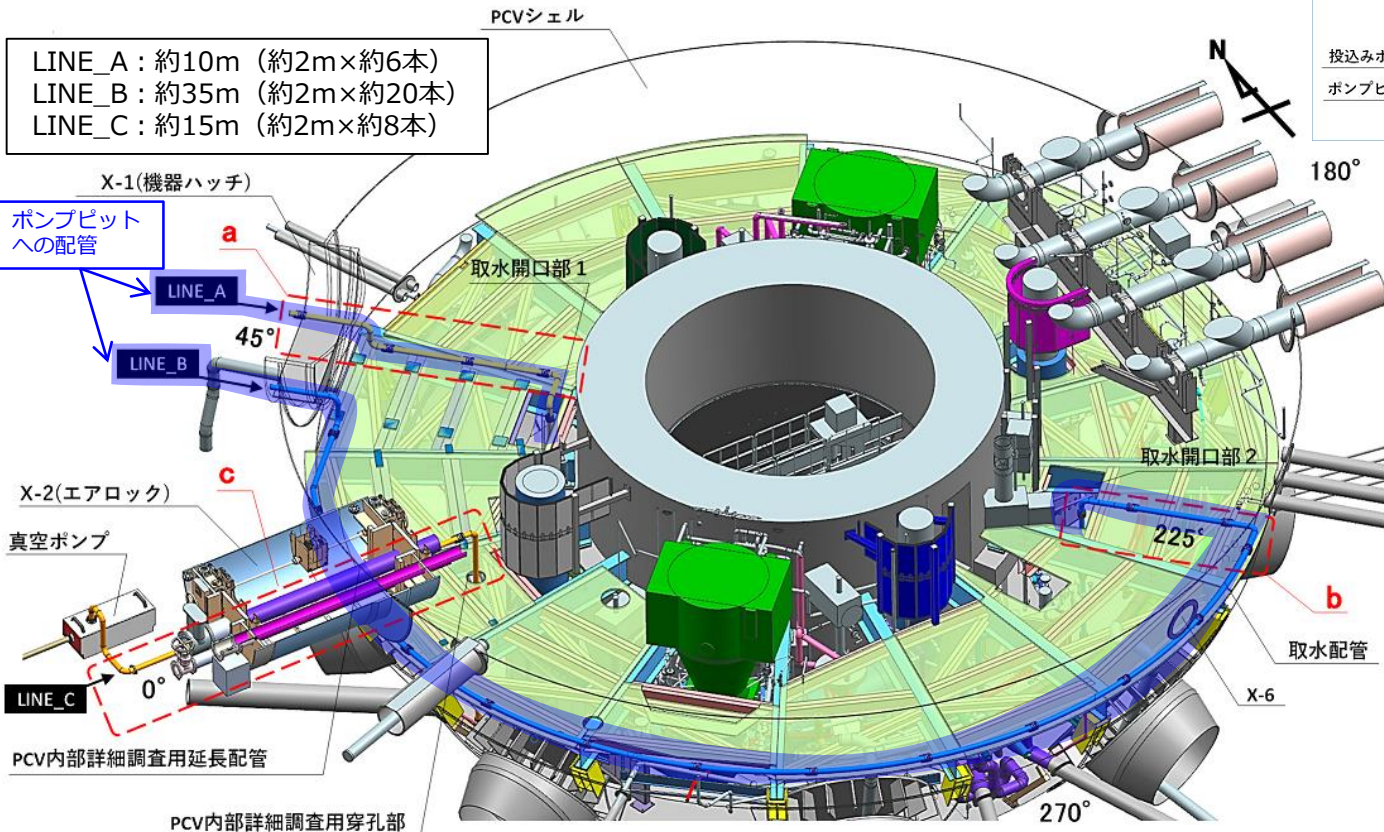
### 【D/W取水ラインの考え方の例】

- D/W底面以下での水位管理のため、ポンプピットから取水する。
- ポンプピットには、水中ポンプを投入する。(PCV外でのポンプ設置の自由度を考慮)
- 水中ポンプは多重化のため、別々のポンプピットに投入する。
- 2台の水中ポンプの故障時を考慮し、X-2前に真空ポンプを設置。D/W底面にホースを設置する。



a部詳細

b部詳細



c部詳細

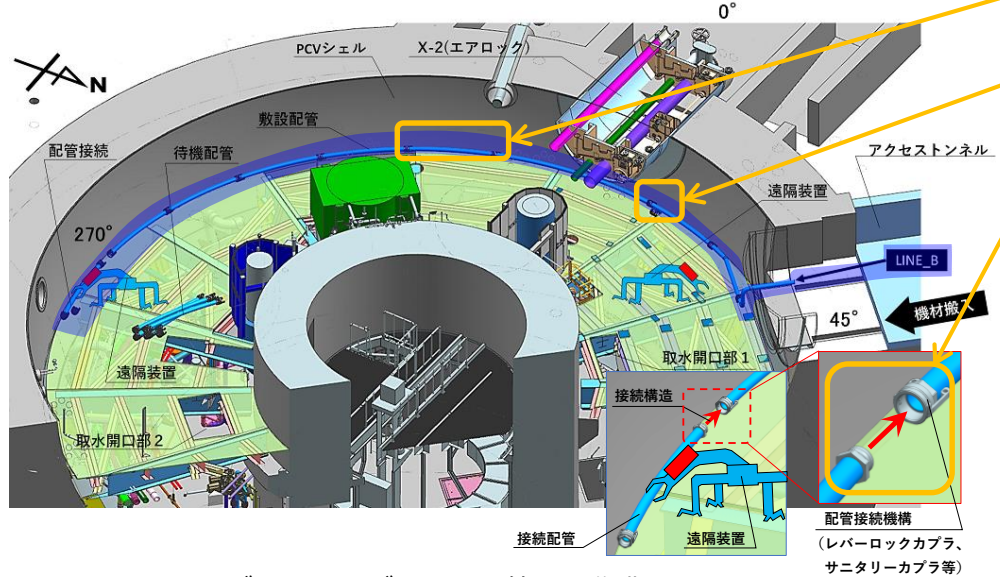
- ✓ レベル1設備：水中ポンプ×2（取水位置：ポンプピット） / X-1設置アクセストンネル経由
- ✓ レベル2設備：真空ポンプ（取水位置：D/W底面） / X-2設置ガイドパイプ経由

# (2)①-2 D/W内配管敷設上の詳細課題

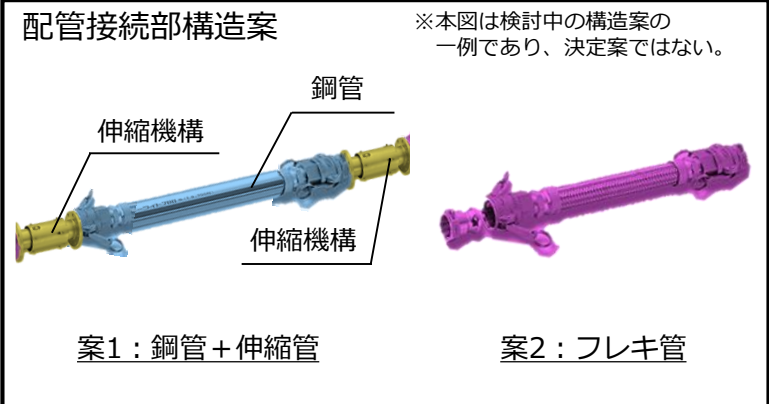
## ● D/W内配管敷設上の詳細課題

### ① グレーチング上での配管展開

- 部分的な交換を可能にするため、変位を吸収できる構造の採用
- 遠隔装置での接続が可能な取り合い構造の検討
  - 配管位置合わせ用の治具構造の検討



グレーチング上での配管展開作業のイメージ

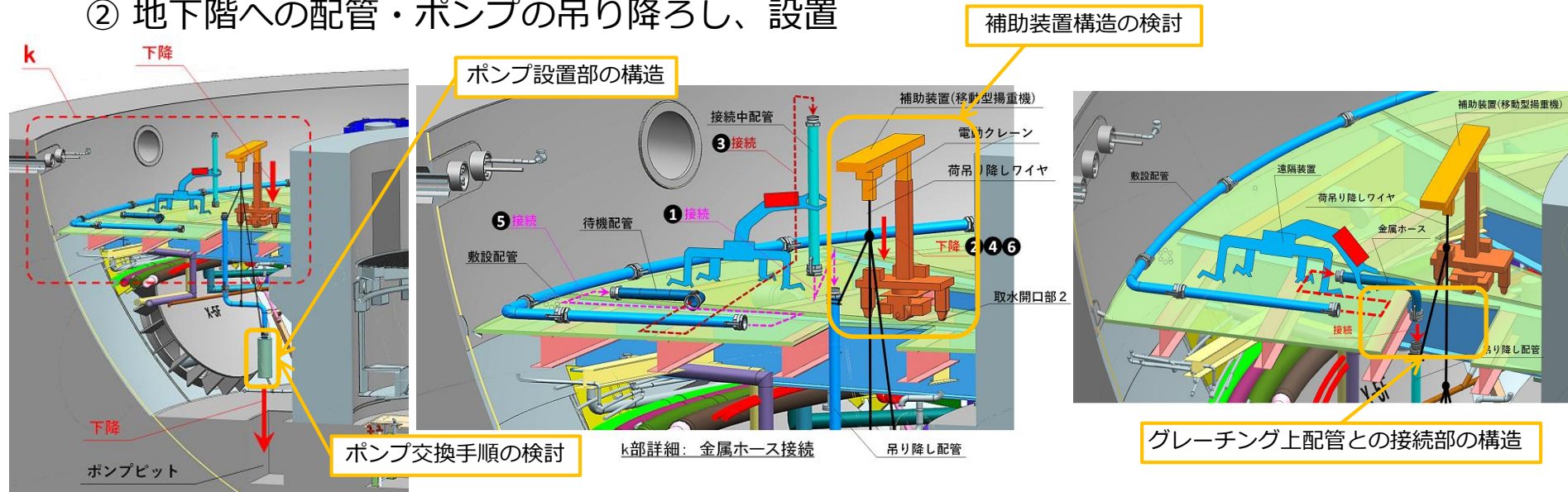


項目	課題の詳細	解決案	要素試験	備考
配管の接続部	遠隔装置での接続が可能な構造とする必要がある。	レバーロックカプラ等を採用する。 (交換性を考慮し、溶接は実施しない)	○	
	接続配管同士の位置合わせ方法	専用治具の検討	○	
	接続部分の検査方法	接続後に、遠隔装置による目視確認を実施する。	○	
配管交換	敷設後の配管の部分的な交換時には、接続部にて変位を吸収する必要がある。	①鋼管ではなく、金属フレキホースを採用する。 ②鋼管同士の連結部分に、伸縮継手を採用する。	○	
耐震性	グレーチング上での配管の固定方法	PCV内の配管は、フレキ管を採用することで、耐震性を確保する。	-	

# (2)①-2 D/W内配管敷設上の詳細課題

## ● D/W内配管敷設上の詳細課題

### ② 地下階への配管・ポンプの吊り降ろし、設置



地下階への配管・ポンプ吊り降ろし作業のイメージ

項目	課題の詳細	解決案	要素試験	備考
ポンプの吊り降ろし	配管を接続したポンプのポンプピットへの吊り降ろし方法	配管接続用の遠隔装置と、吊り降ろし用の補助装置（移動型揚重機等）を組み合わせ、ポンプの自重を支持しながら吊り降ろす。	○	
配管の接続	地下階へ配管を延長するため、吊り降ろしながら配管を接続する必要がある。	遠隔装置と補助装置を組み合せ、配管を接続する。	○	
	グレーチング上の配管と地下階への配管の接続構造	金属フレキホースを採用する。	○	
ポンプ設置	ポンプピット内へのポンプの固定方法	補助装置での吊り降ろし方法と組合せ、設置構造を検討する。	○	
ポンプの交換手順	ポンプピット内に設置したポンプの交換手順の検討	要素試験にて交換手順を検討する。	○	

## (2)①-2 D/W内配管敷設上の詳細課題

### ● D/W内配管敷設 要素試験項目

要素試験項目（案）を下表に示す。

要素試験装置（遠隔装置、補助装置、治具）の構造検討が完了した段階で、詳細な要素試験計画策定に着手する。

No.	項目	内容	備考
1	グレーチング上の配管接続	遠隔装置を用いて、PCV内グレーチング上配管の接続可否を確認する。	
2	地下階へのポンプ設置・配管延長	遠隔装置と補助装置を用いて、ポンプピット内へのポンプ吊り降ろし、地下階への配管延長接続可否を確認する。	
3	グレーチング上-地下階管の配管接続	遠隔装置を用いて、グレーチング上配管と地下階延長配管との接続可否を確認する。	
4	接続部の検査	遠隔装置での接続部分の目視確認性能について確認する。	
5	ポンプの交換手順	ポンプピット内のポンプの交換可否および交換手順を確認する。	
6	配管交換可否	敷設した配管の交換可否、交換手順を確認する。	

(1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案

① D/W内水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

② S/Cを用いた水循環システム・技術の検討

i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理

ii) アクセスルート構築作業・維持の計画の検討

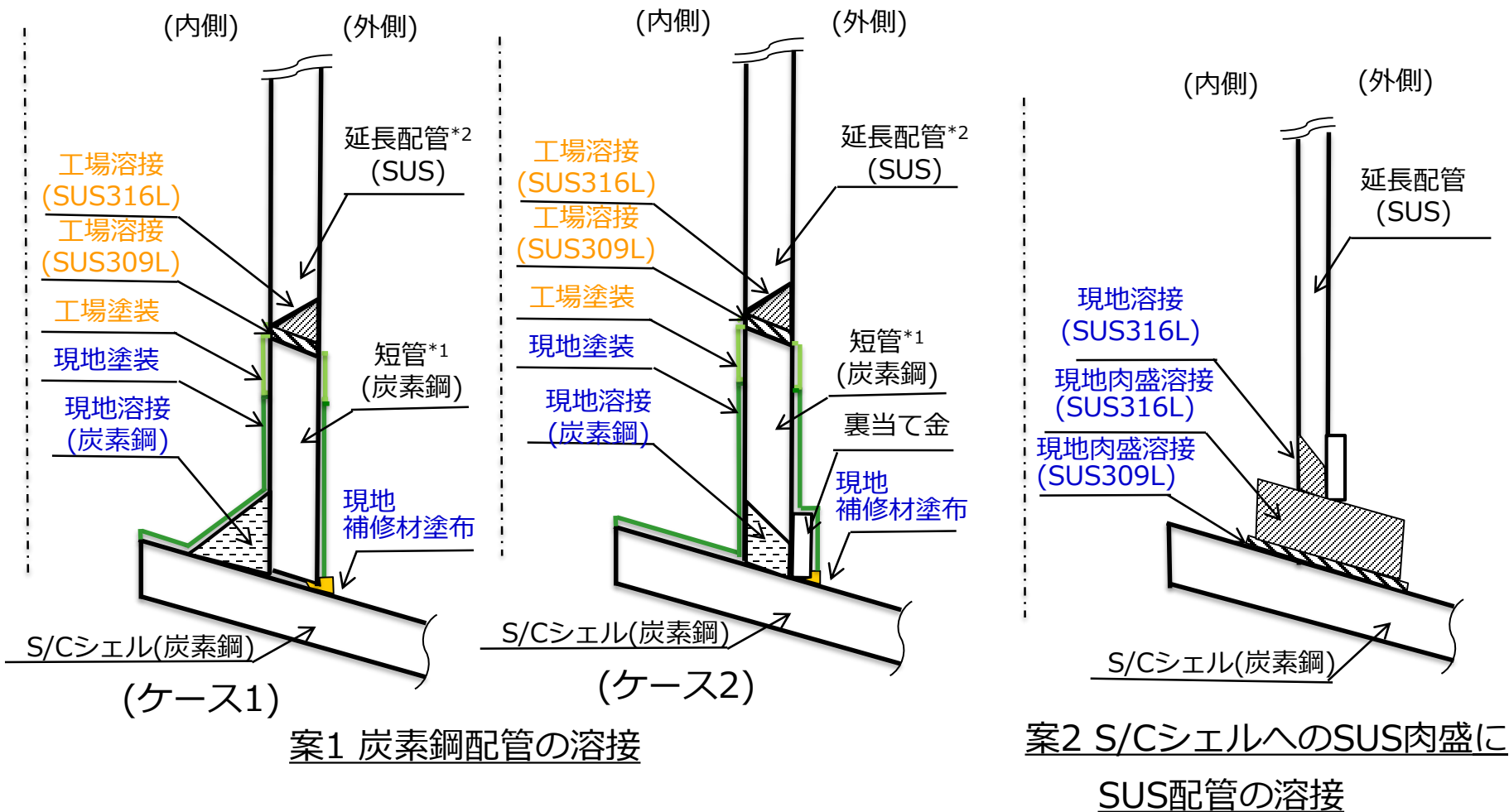
iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案

(2) PCV内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証

①D/W内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

②S/C内アクセス・接続等に必要となる要素技術の開発・検証

## ● 延長配管の構造見直し案





# (2) ②-1 S/C取水口延長配管の構造選定評価(2/3)

		重要度	案1(ケース1)			案1(ケース2)			案2		
				評価	重要度 ×評価		評価	重要度 ×評価		評価	重要度 ×評価
1. 機能要求への適合性		5	機能要求を満足する	5	25	機能要求を満足する	5	25	機能要求を満足する	5	25
2. NDF戦略プラン基本5原則											
安全	構築時の作業員被ばく	5	合計約1230人・mSv(塗装あり、肉盛溶接関連作業なし)	5	25	案1(ケース1)と同様	5	25	合計約1330人・mSv(塗装なし、肉盛溶接関連作業あり)	3	15
	メンテナンス時の作業員被ばく(レベル2含む)	5	合計約760人・mSv(炭素鋼の腐食抑制のための防止対応の補修塗装が必要)	3	15	案1(ケース1)と同様	3	15	合計約488人・mSv(炭素鋼の腐食抑制のための防止対応の補修塗装が必要)	5	25
確実	工事中トラブル発生防止の困難さ	3	隅肉溶接のため、他案よりトラブルリスク低減	5	15	下記、技術的難度が高い ・狭隘な開先内形状へのトーチ挿入・ティーチングの困難さ	1	3	下記、技術的難度が高い ・狭隘な開先内形状へのトーチ挿入・ティーチングの困難さ ・延長配管と溶接面となる肉盛溶接の面出しのための遠隔機械加工の困難さ(加工精度) ・基準ブロック設置のための困難さ(据付精度、加工反力を満足する接続方法) ・肉盛溶接のための溶接量増大による溶接期間の長期化よりトラブルリスク増加	1	3
	長期的信頼性への懸念	3	炭素鋼の腐食進展リスクあり	3	9	案1(ケース1)と同様	3	9	耐食材(SUS)で腐食防止	5	15
迅速	技術開発期間(本PJ対象の装置)	3	約1年	5	15	案1(ケース1)と同様	5	15	約2.5年(肉盛溶接関連の新規開発要素による長期化)	1	3
	現地構築期間(1プラント)	3	約200日 (肉盛溶接関連作業なし)	5	15	案1(ケース1)と同様	5	15	約250日 (肉盛溶接関連作業による長期化)	3	9
	現地メンテナンス期間(レベル2含む:1プラント)	3	約62日 (補修塗装による長期化)	3	9	案1(ケース1)と同様	3	9	約51日 (補修塗装なし)	5	15
	技術開発コスト	3	技術開発期間と同評価	5	15	案1(ケース1)と同様	5	15	技術開発期間と同評価	1	3
合理的	現地工事コスト	3	現地構築期間と同評価	5	15	案1(ケース1)と同様	5	15	現地工事期間と同評価	3	9
	現地メンテナンスコスト(レベル2含む)	3	現地メンテナンス期間と同評価	3	9	案1(ケース1)と同様	3	9	現地工事期間と同評価	5	15
現場指向	供用中の健全性維持の対応難度	3	機能要求上、難度高い監視策、防止策、緩和策はない	5	15	案1(ケース1)と同様	5	15	案1-1と同様	5	15
総合評価					182			170			152

(備考) ・評価は案1と2の相対評価  
 ・総合評価は○:5点、△:3点、×:1点

【検討結果】

- ◆ 両案をNDF戦略プランの基本5原則(安全、確実、合理的、迅速、現場指向)の観点で総合評価(重要度×評価)した結果、下記観点により、案1(ケース1)がより合理的
  - ✓ 案1・案2ともに機能要求を満足
  - ✓ 構築時、メンテナンス時(レベル2含む)時のそれぞれで評価し、作業員被ばくは、構築時で肉盛溶接関連作業がない案1が低く、メンテナンス時(レベル2含む)で補修塗装がない案2が低い
  - ✓ 現地作業日数、コストも作業員被ばくと同様
  - ✓ 案1(ケース1)は他案より技術的難度が低い
  - ✓ 案2は肉盛溶接の新規開発要素による技術開発期間の長期化  
⇒ 本PJの開発は案1(ケース1)で進める

### ①S/C継手溶接

- 継手効率 0.35相当のS/C継手溶接を行う

炉心支持構造物の規定の継手効率0.35\*の準用

\* : JSME 設計・建設規格CSS-3150 : 目視検査のみを行う

片側すみ肉溶接の継手効率

- 下記により溶接品質のばらつきがなく、安定した溶接品質を確保
  - ✓ 適正溶接条件(トーチ角度、トーチ回転速度など)の確立
  - ✓ 溶接手順(トーチ時計回り追加など)の確立
  - ✓ 隙間許容値の設定
  - ✓ 計測した隙間に合わせて適正な軌跡・トーチ狙い位置のプログラム制御による自動溶接
  - ✓ 溶接パラメータの指示値/実績値の記録の構築

### ② 施工時の検査

- VT: CCDカメラにより割れまたはアンダーカット、オーバーラップ、クレータ、スラグ巻込み、ブローホール等で有害なものがないこと(CSS-4222(2)の規定を準用)
- 脚長確認: 所定のものど厚を満足すること
- 漏えい試験: 延長配管(内側)の水圧試験により漏えいがないこと

### ③ メンテナンスの検査・補修(10年に一度を想定)

- VT: 延長配管(内/外面)で異常な発錆がないこと
- 補修塗装: VT結果に応じ、遠隔施工による補修塗装を行う

\*1:レベル2のみ、\*2:レベル3のみ

### ④レベル2、3の検査・補修

#### <検査>

- VT: 延長配管(内/外面)で異常がないこと
- 漏えい試験(エア加圧)\*1:延長配管(内側)を仮閉止し、エア加圧により漏えいがないこと
- 漏えい確認(発泡試験)\*1: 格納容器内の負圧を利用し、延長配管(内面)からの発泡試験により漏えいがないこと
- 漏えい試験(トレーサガス)\*1: 格納容器内の負圧を利用し、延長配管(外面)からのトレーサガスにより、S/C接続部の漏えいがないこと

#### <補修>

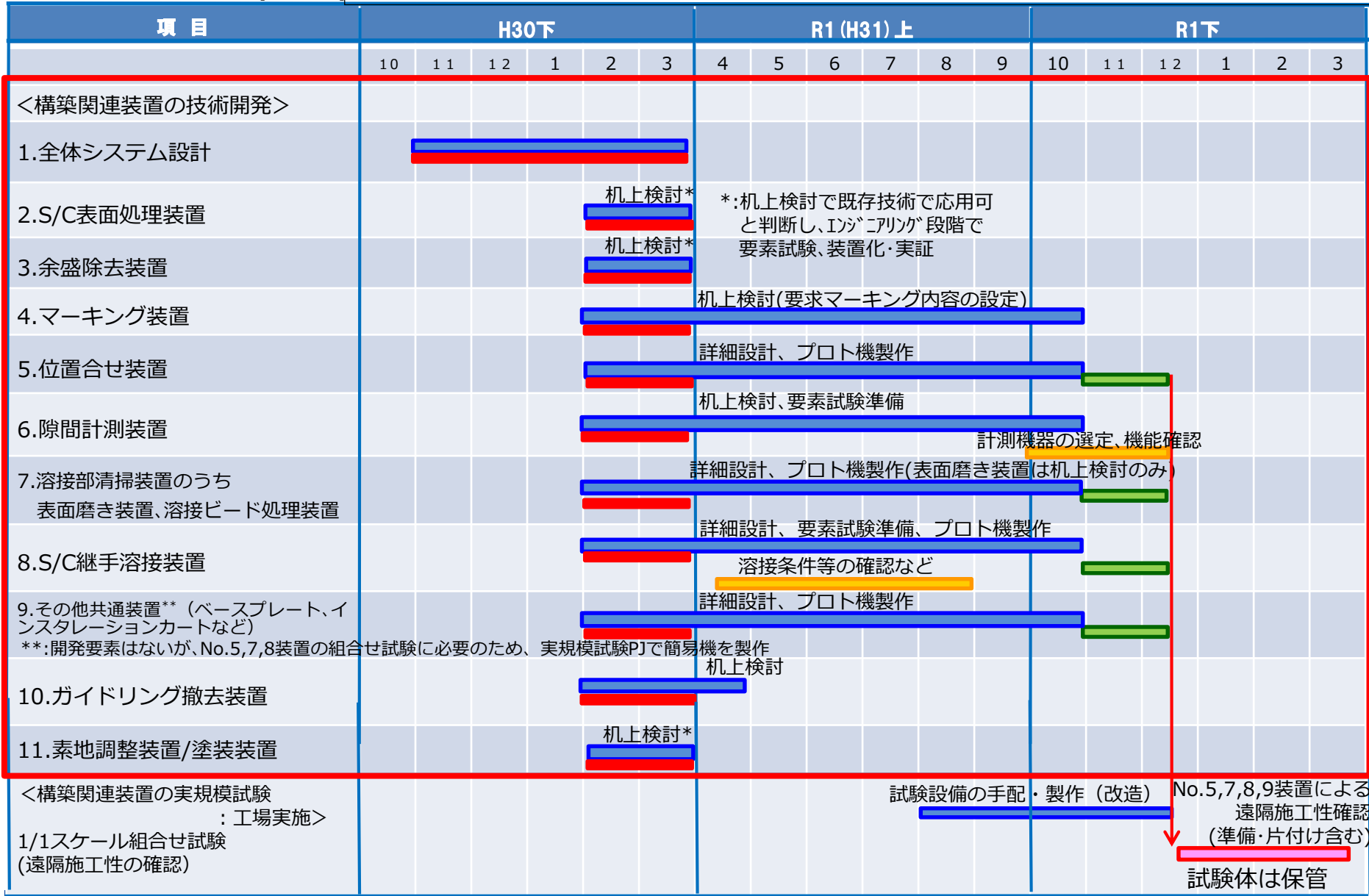
- 漏えい箇所の補修: 延長配管(内/外側)からのコーティング剤塗布により漏えい箇所の遠隔補修を行う

(内側からの補修は、仮閉止によりPCV負圧の補修部に内側へ空気の流れを止めるため、延長配管内の気密化の必要がある)

- VT: 補修箇所の状態を確認できること
- 延長配管内の永久閉止\*2

# (2) ②-3 S/C取水部構造の開発スケジュール(1/2)

■ スケジュール(構築) ■: 設計・機器製作 ■: 要素試験 ■: 機能試験(プロトタイプ) ■: 実規模試験 ■: 実績



## (2) ②-3 S/C取水部構造の開発スケジュール(2/2)

No.70

### ■ スケジュール(検査・補修)

: 設計・機器製作
  : 要素試験
  : 機能試験(プロトタイプ)
  : 実規模試験
  : 実績

項目	H30下						R1 (H31) 上						R1下					
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
<検査・補修関連装置の技術開発>																		
1, 仮設シール装置							工法概念検討、要素試験準備											
2, 発泡液供給装置													仮設シール材のシール性の確認					
3, コーティング剤塗布装置																		
4, トレーサガス供給装置																		

\*:机上検討で既存技術で応用可と判断し、エンジニアリング段階で要素試験、装置化・実証

# 7. 成果のまとめと今後の実施内容

平成30年度までの成果を踏まえ、来期以降の開発を進める。

(実施スケジュールは、No.14,15を参照)

\*:D/W,S/C共通

実施項目	平成30年度の成果	次期以降の実施内容
(1) PCV内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、作業計画の検討及び開発計画の立案		
① D/W内水循環システム・技術の検討		
i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>PCV内外の現場状況の整理*</li> <li>PCV内アクセス構築に係る技術仕様のまとめ*</li> <li>D/W取水部構造設計仕様のまとめ</li> <li>D/W取水アクセス口候補の検討</li> </ul>	平成30年度完了
ii) アクセス構築作業・維持の計画の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>D/W取水アクセス構築方法の検討</li> <li>D/W取水ポンプ・配管の投入、回収、除染方法の概念検討</li> <li>D/W取水部構造保守計画概念検討</li> </ul>	
iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案	<ul style="list-style-type: none"> <li>D/W内水循環システム構築技術の開発課題の抽出、開発計画検討</li> </ul>	
② S/C内水循環システム・技術の検討		
i) 現場環境を考慮した、技術仕様の整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>S/C取水部構造設計仕様、要求事項のまとめ</li> <li>S/C取水部構造配置の検討</li> </ul>	平成30年度完了
ii) アクセス構築作業・維持の計画の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>S/C取水のアクセス構築方法の検討</li> <li>S/C取水口に対する機能要求の検討</li> <li>S/C取水口構造保守計画概念検討</li> </ul>	
iii) 開発課題の抽出及び開発計画の立案	<ul style="list-style-type: none"> <li>S/C内水循環システム構築技術の開発課題の抽出、開発計画検討</li> </ul>	
(2) PCV内アクセス・接続等の要素技術開発・検証		
① D/W内アクセス・接続等の要素技術開発・検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>D/W内水循環システム構築までの全体作業ステップ案の検討</li> <li>D/W内配管敷設上の詳細課題</li> </ul>	開発計画立案、試験装置や試験体等の設計、製作を進め検証試験を実施する。
② S/C内アクセス・接続等の要素技術開発・検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>S/C取水部構造の施工・メンテナンス手順と開発項目の検討</li> <li>S/C取水口延長配管の構造選定評価</li> <li>S/C取水部構造の開発目標、スケジュールの検討</li> </ul>	

The logo for IRID, consisting of the letters 'IRID' in a bold, dark blue, serif font.

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構  
International Research Institute for Nuclear Decommissioning